

Si pubblica ogni due mesi.
Paraissant tous les deux mois.

Anno - Année **VII.**
Jahr - Year

1 - VII - 1913

Published bi-monthly.
Erscheint alle zwei Monate.

Vol. **XIV**, N. **XXX-4**
Band

"SCIENTIA,"

(RIVISTA DI SCIENZA)

Organo internazionale di sintesi scientifica - Revue internationale de synthèse scientifique
Internationale Zeitschrift für wissenschaftliche Synthese - International Review of Scientific Synthesis.

DIREZIONE - DIRECTION - SCHRIFTLEITUNG - EDITORS

G. BRUNI - A. DIONISI - F. ENRIQUES - A. GIARDINA - E. RIGNANO

INDEX

- E. E. Fournier d'Albe - *Interstellar space.*
S. Günther - *Pseudo- und kryptovulkanische Erdbeben.*
A. Findlay - *Heterogeneous equilibrium and the phase rule.*
L. Fredericq - *Les moyens de défense physiques et chimiques dans le règne animal.*
E. Rignano - *L'evoluzione del ragionamento. 1ª Parte: Dal ragionamento concreto al ragionamento astratto.*
G. Cardinali - *Roma e la civiltà ellenistica.*

Nota critica - Note critique - Kritische Notiz - Critical note.

- A. Meillet - *De la légitimité de la linguistique historique.*

Recensioni - Comptes rendus - Referate - Book Reviews.

- A. COURNOT (A. Rey) - E. GERLAND (A. Mieli) - S. ARRHENIUS - L. PESERICO - J. GEIKIE
et P. LÉMOINE (M. Gortani) - W. OSTWALD (W. Mecklenburg) - F. GEMMILL (E. S.
Russell) - F. BOAS - W. J. SOLLAS - G. ELLIOT SMITH (R. Maunier) - W. ROBERTSON
SMITH (C. Delisle Burns) - P. W. SCHMIDT - F. GOBLET D'ALVIELLA - A. MORET -
H. WEBSTER - R. PETTAZZONI - G. CHATTERTON-HILL - E. PASTERIS - J. DE GAULTIER
- P. SAINTYVES - A. VAN GENNEP (G. Bourgin).

Rassegne - Revues générales - Allg. Uebersichten - Gen. Reviews.

- Astronomie: F. W. Henkel - *L'habitabilité des planètes.*

Rivista delle Riviste - Revue des Revues - Zeitschr. Umschau - Review of Reviews.

Cronaca - Chronique - Chronik - Chronicle: (Congrès et réunions - Nouvelles diverses).

BOLOGNA
NICOLA ZANICHELLI

LONDON
WILLIAMS AND NORGATE

PARIS
FÉLIX ALCAN

LEIPZIG
WILHELM ENGELMANN

Direzione e Redazione: Milano, Via Aurelio Saffi, 11.

« **SCIENTIA** », (*Rivista di Scienza*), revue internationale de synthèse scientifique, paraît six fois par an, par livraisons de 240 à 250 pages chacune.

Elle publie les articles dans la langue de leurs auteurs et joint au texte principal un supplément renfermant les traductions françaises de tous les articles allemands, anglais et italiens. Chaque traduction est révisée par l'auteur.

Toute correspondance ou envoi concernant la direction ou la rédaction, doit être adressé impersonnellement à la Direction de la revue, Milan, rue Aurelio Saffi, 11, ou bien au Secrétaire de la Rédaction, M. le Docteur PAOLO BONETTI, même adresse.

On est prié d'adresser les demandes d'abonnements : pour l'Italie, à Nicola Zanichelli, éditeur à Bologne; pour la France, les Colonies françaises, la Suisse Romande et la Belgique, à Félix Alcan, éditeur à Paris; pour l'Allemagne, l'Autriche, la Hollande, le Danemark, la Suisse Allemande, la Suède et la Norvège, à Wilhelm Engelmann, éditeur à Leipzig; pour l'Angleterre et les Colonies Anglaises, à Williams and Norgate, éditeurs à Londres. Pour les autres pays à l'un ou à l'autre de ces quatre éditeurs.

Pour les annonces il faut s'adresser au Secrétariat Général à Milan, rue Aurelio Saffi, 11, ou bien à l'éditeur Nicola Zanichelli à Bologne.

Abonnement pour une année	{	Italie L. 25.
		Union Postale 30 frs. — Mk. 24 — 24 sh.

Extrait de l'Avertissement à MM. les Auteurs.

« La Direction se réserve la faculté d'établir par avance le programme des questions à étudier et de répartir le travail entre ses éminents collaborateurs afin d'assurer à la revue l'unité organique qui ne serait pas réalisable si l'on acceptait des articles sur des sujets disparates, sans aucun lien entre eux, fussent-ils dus à la plume de savants d'une valeur incontestable.

« Tous les écrits demandés, à quelque genre qu'ils appartiennent, — articles proprement dits, notes critiques, comptes rendus, revues générales, etc. — seront rétribués au même tarif de 80 frs. par feuille in-8° (16 pages). L'auteur aura en outre droit, pour les Articles, Notes critiques et Revues générales, à 100 extraits gratuits.

« Les manuscrits ne sont pas rendus, pas même ceux qui, envoyés sans avoir été demandés, ne pourraient pas être publiés ».

Souscripteurs.

Ont souscrit pour les frais de rédaction de la revue :

BANCA D'ITALIA, Rome — ing. CARLO BARZANÒ, de Milan — ACHILLE BRIOSCHI, de Milan — prof. GIUSEPPE BRUNI, de l'Univ. de Padoue — sénateur comm. prof. GIUSEPPE COLOMBO, de Milan — doct. LUIGI DELLA TORRE, de Milan — doct. MARCO DE MARCHI, de Milan — prof. FEDERIGO ENRIQUES, de l'Univ. de Bologne — prof. GINO FANO, de l'Université de Turin — EMILIO JARACH, de Milan — comm. OTTO JOEL, de Milan — doct. EMILIO LEPETIT, de Milan — prof. TULLIO LEVI-CIVITA, de l'Univ. de Padoue — avocat LUIGI MAINO, de Milan — comm. ing. ACHILLE MANFREDINI, de Milan — sénateur prof. LUIGI MANGIAGALLI, de Milan — doct. GIULIO LUIGI MASCARELLO, de Milan — sénateur ing. GIOVANBATTISTA PIRELLI, de Milan — OFFICINE ELETTO-FERROVIARIE, de Milan — doct. LUIGI PISA, de Milan — GIACOMO PONTECORVO, de Pise — comm. ENEA PRESSI, de Milan — avocat chev. GUIDO RAVÀ, de Florence — ing. EUGENIO RIGNANO, de Milan — chev. ETTORE RUSCONI, de Milan — comm. prof. ing. CESARE SILDINI, de Milan — ADRIANO SANGUINETTI, de Florence — Società Italiana ERNESTO BREDÀ di Industrie Meccaniche, de Milan — Società generale Italiana EDISON di Eletticità, de Milan — comm. ing. GIUSEPPE SULLAM, de Milan — ing. EMIRICO VISMARA, de Milan.

“SCIENTIA,”
VOL. XIV

Q
4
54
V. 14
MAIN

DIREZIONE - DIRECTION - SCHRIFTLEITUNG - EDITORS

G. BRUNI - A. DIONISI - F. ENRIQUES - A. GIARDINA - E. RIGNANO

Direzione e Redazione: Milano, Via Aurelio Saffi, 11

"SCIENTIA,"

(RIVISTA DI SCIENZA)

Organo internazionale di sintesi scientifica - Revue internationale de synthèse scientifique
Internationale Zeitschrift für wissenschaftliche Synthese - International Review of Scientific Synthesis.

Vol. XIV. Anno - Année VII.
Band Jahr - Year

MCMXIII

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

BOLOGNA
NICOLA ZANICHELLI

LONDON
WILLIAMS AND NORGATE

PARIS
FÉLIX ALCAN

LEIPZIG
WILHELM ENGELMANN

24
24
14

È assolutamente vietata la riproduzione e traduzione degli articoli
inseriti in questa Rivista.

La reproduction et la traduction des travaux publiés dans cette Revue
sont interdites.

24
24
14

**In compliance with current
copyright law, LBS Archival
Products produced this
replacement volume on paper
that meets the ANSI Standard
Z39.48-1984 to replace the
irreparably deteriorated original.**

1988



INDEX

Band XIV, n. XXX-4 = XXXI-5 = XXXII-6
Vol.

	du Texte	du Supplém.
Cardinali, G. - Roma e la civiltà ellenistica — (Rome et la civilisation hellénique) . num. XXX, pag. 90 — 68		
Findlay, A. - Heterogenous equilibrium and the phase rule — (L'équilibre hétérogène et la loi des phases) » XXX, » 25 — 28		
Fournier d'Albe, E. E. - Interstellar space — (L'espace interstellaire) » XXX, » 1 — 3		
Fredericq, L. - Les moyens de défense phy- siques et chimiques dans le règne animal » XXX, » 39 — —		
Freud, S. - Das Interesse an der Psychoana- lyse. I. Teil: Das psychologische Inte- resse — (L'intérêt de la psycho-analyse. I ^{re} Partie: Son intérêt pour la psychologie) » XXXI, » 240 — 157		
— — — Das Interesse an der Psychoanalyse. II. Teil: Ihr Interesse für die nicht psy- chologischen Wissenschaften — (L'inté- rêt de la psycho-analyse. II ^{re} Partie: Son intérêt pour les sciences non psycholo- giques) » XXXII, » 369 — 236		
Guignebert, Ch. - Le dogme de la Trinité. I ^{re} Partie: Les triades primitives et la formule baptismale » XXXII, » 385 — —		
Günther, S. - Pseudo- und kryptovulkanische Erdbeben — (Tremblements de terre pseudo- et crypto-volcaniques) » XXX, » 13 — 16		
Herbertson, A. J. - The higher units. A geo- graphical essay — (Les unités supérieures. Essai géographique) » XXXI, » 199 — 113		
Jacobi, H. - Was ist Sanskrit? — (Qu'est-ce que le sanscrit?) » XXXI, » 251 — 168		
Kapteyn, J. C. - On the structure of the uni- verse — (La structure de l'univers) . . . » XXXII, » 345 — 212		
Mecklenburg, W. - Die Lehre von den Elek- trolytlösungen — (La théorie des solu- tions électrolytiques) » XXXII, » 358 — 225		
Mieli, A. - Le teorie delle sostanze nei pre- socratici greci. I ^a Parte: Dalle prime spe- culazioni fino ad Empedocle — (Les théo- ries des substances chez les présocra- tiques grecs. I ^{re} partie: Des premières spéculations à Empédocle) » XXXI, » 165 — 95		

275424

- Mieli, A.** - Le teorie delle sostanze nei presocratici greci. II^a Parte: Anassagora e gli atomisti — (Les théories des substances chez les présocratiques grecs. II^e Partie: Anaxagore et les atomistes) num. XXXII, pag. 329 — 195
- Moreux, Th.** - Où nous entraîne notre soleil? » XXXI, » 182 — —
- Rignano, E.** - L'evoluzione del ragionamento. I^a Parte: Dal ragionamento concreto al ragionamento astratto — (L'évolution du raisonnement. I^e Partie: Du raisonnement concret au raisonnement abstrait) » XXX, » 67 — 43
- — — L'evoluzione del ragionamento. II^a Parte: Dall'intuizione alla deduzione — (L'évolution du raisonnement. II^e Partie: De l'intuition à la déduction) » XXXI, » 213 — 129

Note critiche - Notes critiques - Kritische Notizen - Kritical notes.

du
Texte

- Jankelevitch, S.** - Les chevaux pensants d'Elberfeld . . num. XXXI, pag. 275
- Meillet, A.** - De la légitimité de la linguistique historique » XXX, » 112
- Van Gennep, A.** - Les lacunes de l'ethnographie actuelle » XXXII, » 404

Recensioni - Comptes rendus - Referate - Book Reviews.

- ARRHENIUS, S.** - Das Werden der Welten; **M. Gortani** num. XXX, pag. 123
- BONNEY, T. G.** - The work of rain and rivers; **M. Gortani** » XXXII, » 418
- BOAS, F.** - The mind of primitive man; **R. Maunier** . . » XXX, » 130
- CHATTERTON-HILL, G.** - The sociological value of Christianity; **G. Bourgin** » XXX, » 134
- COLSON, C.** - Organisme économique et désordre social; **G. Bourgin** » XXXII, » 449
- CRAMPTON, H. E.** - The doctrine of evolution; **E. S. Russell** » XXXI, » 288
- CREAZZO, A.** - Studio sulla morte apparente e la morte reale; **O. Pollimanti** » XXXI, » 293
- COURNOT, A.** - Traité de l'enchaînement des idées fondamentales dans les sciences et dans l'histoire; **A. Rey** » XXX, » 117
- CZAPEK, F.** - Chemical phenomena in life; **E. S. Russell** » XXXI, » 288
- DALLARI, G.** - Il nuovo contrattualismo nella filosofia sociale e giuridica; **F. Savorgnan** » XXXI, » 302
- DANNEMANN, FR.** - Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange; **A. Rey** » XXXI, » 285
- DAUZAT, A.** - La philosophie du langage; **J.-P. Lafitte** » XXXII, » 438
- DAVIS, W. M.** - Die Erklärende Beschreibung der Landformen; **M. Gortani** » XXXII, » 418
- DAVISON, C.** - The origin of earthquakes; **M. Gortani** . » XXXII, » 418
- DEALEY, J. A. and WARD, F.** - A text-book of sociology; **L. Limentani** » XXXI, » 299
- DE CANDOLLE, A.** - Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten seit zwei Jahrhunderten; **W. Mecklenburg** » XXXI, » 296
- DE GAULTIER, J.** - Comment naissent les dogmes?; **G. Bourgin** » XXX, » 134

DE LA GRASSERIE, R. - Les principes sociologiques du droit public; G. Bourgin	num. XXXII, pag. 449
DE LAPPARENT, A. - Volcans et tremblements de terre; M. Gortani	» XXXI, » 284
DE MONTESSUS DE BALLORE - La sismologie moderne; M. Gortani	» XXXI, » 284
DOELTER, C. - Handbuch der Mineralchemie; W. Mecklenburg	» XXXII, » 425
EBERT, H. - Lehrbuch der Physik. Band I: Mechanik, Wärme; S. Valentiner	» XXXII, » 422
ELLIOT SMITH, G. - The ancient Egyptians and their influence upon the civilisation of Europe; R. Maunier	» XXX, » 130
ENRIQUES, F. - Scienza e razionalismo; P. E. Bottinelli	» XXXII, » 412
GARCIA-CALDERON, F. - Les démocraties latines de l'Amérique; G. Bourgin	» XXXII, » 449
GAUTHIOT, R. - La fin de mot en indo-européen; J.-P. Lafitte	» XXXII, » 438
GEIKIE, J. et LEMOINE, P. - Traité pratique de géologie; M. Gortani	» XXX, » 123
GEMMILL, F. - The teratology of fishes; E. S. Russell	» XXX, » 128
GERLAND, E. - Geschichte der Physik, von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des achtzehnten Jahrhunderts; A. Mieli	» XXX, » 119
GLEYS, E. - Physiologie; F. Bottazzi	» XXXII, » 427
GOBLET D'ALVIELLA, F. - Croyances, rites et institutions; G. Bourgin	» XXX, » 134
— — — L'évolution du dogme catholique; G. Bourgin	» XXX, » 134
GÜNTHER, S. - Vergleichende Mond- und Erdkunde; F. W. Henkel	» XXXI, » 281
HADDON, A. C. - The wandering of peoples; R. Maunier	» XXXI, » 298
HOBBS, W. H. - Earth features and their meaning; M. Gortani	» XXXII, » 418
LABRIOLA, A. - Il valore della scienza economica; L. Limentani	» XXVII, » 446
LÉMOINE, P. - (<i>Voir Geikie, J. et Lemoine, P.</i>)	
LOEB, J. - La fécondation chimique; E. S. Russell	» XXXI, » 288
LORIA, A. - Le basi economiche della costituzione sociale; L. Limentani	» XXXII, » 446
LUCIANI, L. - Fisiologia dell'uomo; F. Bottazzi	» XXXII, » 427
MEILLET, A. - Les dialectes indo-européens; J.-L. Lafitte	» XXXII, » 438
MOOREHEAD, W. K. - The stone age in North-America; R. Maunier	» XXXII, » 437
MORET, A. - Rois et Dieux d'Égypte; G. Bourgin	» XXX, » 134
NODON, A. - L'action électrique du Soleil; son rôle dans les phénomènes cosmiques et terrestres; F. W. Henkel	» XXXII, » 414
OSTWALD, W. - Die Entwicklung der Elektrochemie; W. Mecklenburg	» XXX, » 126
PASTERIS, E. - Umanesimo e cristianesimo nei primi secoli e le origini della civiltà moderna; G. Bourgin	» XXX, » 134
PESERICO, L. - I cataclismi geologici; M. Gortani	» XXX, » 123
PETTAZZONI, R. - La religione primitiva in Sardegna; G. Bourgin	» XXX, » 134
PIÉRON, H. - Le problème physiologique du sommeil; O. Polimanti	» XXXI, » 293
PÜTTER, A. - Die Ernährung der Wasserthiere und der Stoffhaushalt der Gewässer; E. S. Russell	» XXXI, » 288

RADL, E. - Geschichte der biologischen Theorien; G. Se- iber	num. XXXII, pag. 429
RICCHIERI, G. - Le più recenti cognizioni ed ipotesi sulle condizioni dell'interno della Terra; M. Gortani . . .	» XXXII, » 418
ROBERTSON SMITH, W. - The religion of the Semites; C. Delisle Burns	» XXX, » 131
SAINTYVES, P. - Les reliques et images légendaires; G. Bourgin	» XXX, » 134
SCHMIDT, P. W. - Der Ursprung der Gottesidee; G. Bourgin . .	» XXX, » 134
SEMPLE, E. CH. - Influences of geographic environment, on the basis of Ratzel's system of anthropogeography; R. Maunier	» XXXI, » 298
SERGI, G. - Le origini umane; F. Frassetto	» XXXII, » 434
SMALL, A. W. - The meaning of social science; L. Li- mentani	» XXXI, » 299
SOLLAS, W. J. - Ancient hunters and their modern re- presentatives; R. Maunier	» XXX, » 130
STARLING, E. H. - Principles of human physiology; F. Bot- tazzi	» XXXII, » 427
STEWART, G. N. - A manual of physiology with prac- tical exercises; F. Bottazzi	» XXXII, » 427
THOMSON, J. A. - Introduction to science; E. S. Russell . .	» XXXI, » 288
TIGERSTEDT, R. - Lehrbuch der Physiologie des Menschen; F. Bottazzi	» XXXII, » 427
VAN GENNEP, A. - Mœurs et légendes; G. Bourgin . . .	» XXX, » 134
VON PEEZ, A. - Englands Vorherrschaft aus der Zeit der Kontinental Sperre; G. Bourgin	» XXXII, » 449
WARD, F. - (<i>Voir Dealey, J. A. and Ward, F.</i>)	
WEBSTER, H. - Rest days; G. Bourgin	» XXX, » 134
WOODWARD, H. B. - History of geology; M. Gortani . . .	» XXXII, » 418

Rassegne - Revues générales - Allg. Uebersichten - Gen. Reviews.

Astronomie: F. W. Henkel - L'habitabilité des planètes	num. XXX, pag. 140
Biologie: H. Piéron - L'évolution de l'opinion scienti- fique actuelle sur la question du mimétisme . . .	» XXXII, » 453
Économique: W. Onalid - Revue annuelle d'économie	» XXXII, » 463
Ethnographie préhistorique: S. Feist - La question du pays d'origine des Indo-Européens	» XXXI, » 304

Rivista delle Riviste - Revue des Revues - Zeitschr. Umschau - Review of Reviews.

Num. XXX-4	pag. 150-157
» XXXI-5	» 314-328
» XXXII-6	» 469-480

Cronaca - Chronique - Chronik - Chronicle

Num. XXX-4 - Congrès et Réunions	pag. 158-162
» » - Nouvelles diverses	» 162-164
» XXXI-5 - Congrès et Réunions	» 324-327
» » - Nouvelles diverses	» 327-328
» XXXII-6 - Congrès et Réunions	» 481-484
» » - Nouvelles diverses	» 484-487

INTERSTELLAR SPACE

1. Since the « ballons sondes » of the late Teisserenc de Bort and the researches of Alfred Wegener have made us familiar with the idea of a stratified atmosphere consisting of several distinct concentric layers of air, differing in physical properties and even in chemical composition, the space beyond the confines of the earth's gaseous envelope has become more remote, and, indeed, more mysterious than ever. At no previous time, probably, has so much diversity of opinion regarding interstellar space existed among scientifically trained minds as there is at present. The « ether » of space has seen many vicissitudes. The sphere of celestial fire of the Alexandrian, the planet-bearing whirls of Descartes, gave way to the elastic solid of Young and Fresnel and Stokes, which in turn went down before the electromagnetic ether of Maxwell. And at the present time we have at least three views supported by responsible thinkers. One school regards the ether as an incompressible medium of great rigidity and density. Another inclines to a subtle ether composed of particles much smaller than electrons. And a third denies the existence of an ether, and attempts to eliminate it altogether from the list of auxiliary physical conceptions.

It cannot be denied that it is this last view which is becoming increasingly prevalent to-day. It has been suggested that this prevalence is in accordance with a law of human development, which makes it oscillate between alternatives until something occurs to give it a final impulse in one of the two alternative directions. Whether that is so or not, we are in the

midst of a revolutionary epoch whose tendency is towards emission rather than undulation, towards particles rather than fluids, towards discrete rather than continuous structures. And so we see opening before us again that yawning abyss of Empty Space which the ether had been intended to fill up for ever.

2. There are some who will rejoice at this. They are those who felt the idea of an all-pervading fluid as an intrusion upon their individuality, as a negation of that consciousness of self-hood, of distinctness and aloofness from all around, which is the proudest characteristic of the human intellect. Such minds are content with a space which offers vast regions of nothingness, regions which, like an unpainted canvas, offer boundless possibilities of events and new experiences. Across the emptiness they receive messages from other worlds, many-hued shafts of light, but when the messages have passed in their winged flight, the vacuum is re-established in its pristine purity.

But what of the unity of the universe? Does not the human mind crave for a universal cement, an unbroken chain which binds the visible world together? No doubt, but why seek this link in a physical structure such as the ether, which itself is simply a new problem, or rather a maze of problems? Such is the answer of those who deny the ether, and would expel it from the world of science.

3. Let us examine this Empty Space. Where is it to be found? Obviously, it must be outside the earth's atmosphere. It cannot be found in the highest artificial vacuum, where there are thousands of millions of molecules in every cubic centimetre. We must transcend the cloud-bearing « troposphere » and attain the limit of twilight, 70 Km. up from the earth's surface. From this region of noctilucous clouds, we must ascend through an atmosphere largely composed of hydrogen to that region where the aurora polaris thrones on an arch of steady light, whose spectrum bears some evidence of the presence of a gas resembling the solar coronium. We thus ascend 200, 300, even 400 Kilometres, and arrive at that level where neither the blue « hydrogen » twilight, nor the aurora, nor the flash of the meteorite give any evidence of the presence of an atmosphere. Yet even there a delicate manometer would show a vacuum of the laboratory order, and it is not till we reach

a distance comparable with the radius of the earth that we arrive finally in the open regions of interstellar space.

4. Interstellar space cannot be called « empty » unless we can assert that considerable regions of it are free from ponderable matter. A simple calculation shows that this is difficult on optical grounds. Let us suppose that outside our atmosphere there is a « high vacuum » such as is obtained when we exhaust a glass bulb to a hundred-millionth of an atmosphere. Then space would be a hundred million times as transparent as our atmosphere, and the absorption of light in space would be the same in a distance of 800 million kilometres as it is now in our atmosphere, whose height, if homogeneous, would be only 8 kilometres. This means that Jupiter, for instance, would be seen as if our atmosphere had been doubled in thickness, and it would appear in the zenith with the brightness it has now when some 30 degrees above the horizon.

But a vacuum such as that is by no means empty space. For at a pressure of a hundred-millionth of an atmosphere, and a temperature of 0 deg. C. a gas contains 275.000 million molecules in every cubic centimetre. While that is the case, we can hardly speak of « empty space ».

Let us approach the matter from another side. Let us imagine all the matter in the solar system, including that of the sun, the planets and satellites, and the asteroids, distributed uniformly throughout a sphere whose radius is the distance of Neptune from the sun, as it may have been distributed before the planets were born. Then the density of this nebulous sphere would be just about the same as the density of the high vacuum we have been contemplating, and we should be able to see through the sphere from end to end as through a tenfold stratum of our own atmosphere, or as we see the moon half an hour after it has risen.

5. If such a « vacuum » extended very far out into space, its absorptive effect would speedily become apparent. The fact that even now there is much discussion concerning the absorption of light in space, and much doubt concerning its occurrence, shows that the space separating us from the stars must be either absolutely void or much more highly exhausted than our highest vacuum. We can get a good approximation to an upper limit of the density of matter in interstellar space as follows. Consider the atmosphere as « homogeneous », i. e.,

as having the same density throughout as it has at the earth's surface. Then its pressure can be taken as one atmosphere, and its height would be about 8 Kilometres. If we looked through a vertical tube 8 Km. long, the stars would shine with a light dimmed to a slight extent by the absorption of the air. Now this absorption would be very nearly the same if the length of the tube were doubled and if it were filled with air at half the atmospheric pressure: and we can extend the tube to any length we please and reduce the density of air in proportion. We shall always get an absorption equal to that of our atmosphere. If we extend it to the orbit of Neptune the tube will be 4.400 million Km. long, and the density of the air in it will be the 550th part of a millionth of its atmospheric density, or less than a fifth of the density of the high vacuum contemplated above. If we lengthen the tube to the nearest fixed star, the air will be some 10.000 times thinner, but will still contain some 5 million molecules in each cubic centimetre. Now the radius of our galactic system, according to the most modern estimates, does not exceed 5.000 light-years, whereas the distance of the nearest fixed star, Alpha Centauri, is 4.4 light-years. If we, therefore, extend our tube of atmosphere to the very borders of our visible universe, it will still contain 5.000 molecules in every cubic centimetre. This means that if the whole sphere of our galactic system contained 5.000 molecules of the air gases in every cubic centimetre, we should be unable with any certainty to demonstrate their presence by optical means.

If the whole of the matter contained in our galactic system were uniformly distributed, if its 100 million stars were disintegrated and evaporated into one vast nebulous body, we should not obtain a density of matter as high as 5.000 molecules per cubic centimetre. It would be more nearly one molecule per cubic cm. Even that great tenuity could not strictly be described as « empty space ».

6. We have so far only arrived at this conclusion: that if all space accessible to our senses contained as many as 5.000 air molecules in every cubic cm., we should be unaware of it, and interstellar space would be as empty as it seems now. But *does* it contain as many molecules as that? For the solar system we can answer emphatically in the affirmative. Seeliger has shown that the finely diffused matter constituting

the zodiacal light must have sufficient density to disturb the moon's motion and to shift the perihelion of the orbit of Mercury. And if the solar system did contain finely divided matter throughout its volume to the extent postulated, the total mass of that matter would not constitute one-thirtieth of the mass of our moon. We may, therefore take it for certain that the solar system contains throughout its volume molecules of gases which are on the average about one millimetre apart, or closer.

7. We are thus led to an image of a space closely packed with matter throughout its vast extent. But although the molecules are, on the average, half a millimetre apart, that distance is more than a million times their diameter, so that a very small body, such as an electron, would generally be able to find a free path among the molecules through a distance of something like 10 kilometres.

Now if space is filled with matter to this extent, whence does that matter come, and why is it not attracted by the planets or the sun and embodied in their atmospheres?

The answer is that all planets which are not very near the absolute zero of temperature, must lose molecules from their atmospheres by a process akin to the evaporation of a liquid. The thermal agitation of gases imparts to their molecules a wide variety of velocities, grouped, of course, about a mean value depending upon the temperature. Those velocities which happen to exceed a certain value, — that value which a body would acquire in falling on to the planet from an infinite distance, — must, if in a vertical direction, project the molecules possessing that velocity beyond the reach of the gravitational attraction of the planet. This will often happen at the upper limit of the atmosphere, and it will happen most frequently to those molecules whose average speed at a given temperature is great. Such are the lightest molecules, molecules of hydrogen or helium, and it is these which are most easily lost. This accounts to some extent for the scarcity of hydrogen in our own atmosphere, and for the moon's want of an atmosphere.

The sun, although at a temperature somewhat above 5,000 deg. C, has also an enormous gravitational attraction which more than outweighs the increase of heat velocity. But the sun is, of all agencies in the solar system, the most powerful agency in maintaining a certain small density of matter in

interplanetary space. This is due to the pressure of light, a pressure which, first deduced by Bartoli from theoretical considerations, has been abundantly verified by the experiments of Lebedef, Nichols and Hull, Poynting, and others.

8. The pressure of sunlight upon the earth is 74.000 tons. This pressure has the same effect upon the earth's motion as if a shot weighing $2\frac{1}{2}$ kilograms were shot at the earth once every second with the velocity of light. It looks like a large force, but it is so small in comparison with the sun's gravitational pull that its astronomical effects are undiscoverable.

The case is very different when the body is not of the size of the earth but a small particle. For equal densities, the gravitational pull varies as the cube of the radius of the particle, whereas the pressure of light varies as the square of the radius. As the particle, therefore, becomes smaller and smaller, the pressure of light will gradually outweigh the gravitational attraction, and finally the particle will be repelled by the sun's light more than it is attracted by the sun's mass. This turning point is attained if a particle, having a density equal to the mean density of the earth (5.7), is reduced to a diameter of 27 millionths of a centimetre. This happens also to be the length of a wave of ultra-violet light. If the particle were denser, or larger, it would be drawn in towards the sun. If it were smaller, or lighter, it would be repelled, and finally expelled from the solar system.

For the most curious property of these « poised particles » is this: they are in equilibrium at any distance from the sun. For the gravitational attraction and the light pressure both vary inversely as the square of the distance. A particle, therefore, which is buoyed up by sunlight at the distance of the earth, will be poised with an equal balance in the orbit of Neptune.

These poised particles are of great interest. They float in the solar system as the fish do in the ocean. They surge back and forward towards the sun with every slight change in the sun's luminosity. Thirty thousand million of them make up the weight of one gram. Each particle consists of about a billion atoms, a number of atoms such as makes up a small micro-organism. If it were not for the fact that evolution of organic life shows a gradual and consistent development on earth, we might be tempted to look to these « poised

particles » to act as carriers of the germ of life from planet to planet. If however, the question were ever raised, it would be interesting to collect « meteoric dust » from the higher regions of the atmosphere and examine it for the presence of particles of a diameter from $\frac{1}{4}$ to $\frac{1}{2}$ micron. The latter diameter would belong to poised particles having the density of water, like most living cells.

An important property of these poised particles is that they need have no orbital motion round the sun. They are the only form of matter which can exist in the solar system without an orbital motion. For smaller and larger particles are either expelled or finally absorbed.

Any other meteoric matter permanently attached to the solar system is in a state of orbital revolution round the sun. These orbits may be nearly circular as a general rule, and if they are, the earth may be but the central jewel in a ring of matter circling the earth's orbital path and swinging round the sun with it once a year. Meteoric showers will then only occur when the earth crosses the orbit of a meteoric swarm of greater eccentricity. Descartes « vortices » thus experience a somewhat unexpected rehabilitation.

9. Even if there were no particles to be poised on a beam of sunlight, there would still be sunlight itself to fill the empty void! And is not sunlight energy, and are not mass and energy fundamentally equivalent? Einstein, that learned and inspired revolutionary, whose electromagnetic « principle of relativity » has bidden us revise our most long-cherished and fundamental views of space and time, puts a gram of matter equal to $9 \cdot 10^{20}$ ergs, and, conversely, this enormous energy as equivalent in every respect to a mass of one gram. What, then, is the « mass » of that brilliant sunlight which pervades the solar system? It is about 550.000 kilograms for a shell of a thickness such as is traversed by light in 1 second. This « mass » is expelled from the sun every second. It pervades the solar system. It travels, more and more reduced in intensity, but substantially the same in amount, out into interstellar space. It penetrates that space to inconceivable distances, reaching the borders of our galactic system in some 5.000 years. Yet those 5.000 years do not suffice to reduce the mass of the sun perceptibly. The mass of sunlight contained in the whole sphere of our galactic system would have to be multi-

plied by 20 billion before it equalled the enormous mass of the sun. We cannot, therefore, expect to find a perceptible diminution of the sun's mass owing to its radiations of light equivalent to matter.

Put the whole matter on a smaller scale. The mass of energy in the form of full sunlight falling vertically upon a square centimetre at the distance of the earth is $1\frac{3}{4}$ million ergs. This energy is contained in a column 300,000 kilometres long, — that being the distance traversed by light in one second. The energy in every cubic centimetre of that column is so small as to be equivalent in mass to one twentyfifth of a hydrogen atom. The « mass » of sunlight in the regions of the earth's orbit would thus give us the equivalent of some forty hydrogen atoms per litre. Such a mass is insignificant in itself. It would be quite consistent with the idea of « empty space ». But it is endowed with a huge velocity, and hence its energy suffices to heat a gram of water $2\frac{1}{2}$ degrees C. per minute.

10. We have said nothing about the nature of sunlight. We may have tacitly assumed it to consist of transverse ether waves, as did everybody ten years ago, and as the great majority do to-day. But then there is the new theory of « quanta », a theory propounded mainly by Max Planck, a theory even more revolutionary than Einstein's principle of relativity. No consideration of the contents of interplanetary space would be adequate without a glance at this new conception.

Briefly, radiant energy is supposed to be emitted in separate quantities, the quantity varying with the frequency, and being, in fact, proportional to it. Light is, according to modern ideas, produced by the acceleration of electric charges, while a magnetic field is produced by their unaccelerated motion. These electric charges are usually electrons, and their acceleration is usually due to some central electrostatic force which keep them in vibration or rotation. This vibration or rotation has a certain periodicity or frequency, and it is this frequency which determines the size of the parcel of energy which is expelled from the luminous source.

This bold hypothesis was put forward in order to give an intelligible interpretation to the experimental laws of radiation discovered by Stefan, Boltzmann, and Wien. It is, so far, the only hypothesis which does give a consistent and

reasonable interpretation of these laws, and therein lies its strength, and the secret of its growing popularity.

These energy quanta are exceedingly small. They range from 3 billionths of an erg (red) to 6 billionths (violet). When some 300 of them enter the pupil of the human eye every second, and fall upon the same element of the retina, the eye perceives light. As each quantum is supposed to be quite separate and distinct from the other quanta, we may conceive them as spaced out in a row extending from the eye to a faint star, — a star, let us say, of the seventh magnitude. Then the 300 quanta which constitute the minimum required for vision will be at intervals of 1.000 kilometres. In sunlight, the number of quanta entering the eye is more like a trillion per second, so that more than a million would be contained in every centimetre of a beam of sunlight. The total quantity of energy in a cubic cm. of sunlight is 58 millionths of an erg, which, on the average, amounts to some 16 million quanta. That being so in full sunlight, we may take it for granted that throughout our galactic system there is everywhere at least one light-quantum per cubic cm. But unlike the material molecules and atoms and electrons, these quanta cannot change or lose their velocity. They dart forward in their original direction until they meet some body in harmony with themselves, some body possessing that same frequency which is interwoven with their very nature, and with the essence of the body from which they sprang. Until they meet such a body tuned to their own key, they pursue their undeviating course into infinite space.

11. The recent studies of the aurora borealis made by Störmer and Birkeland have made it very probable that they originate in some corpuscular radiation reaching the earth from the sun. It is interesting to enquire what this corpuscular radiation can consist of. It travels with a velocity closely approaching the velocity of light. Such velocities do not necessarily mean that the corpuscles are immaterial. Enormous velocities, comparable with the velocity of light, are found in the material particles expelled by radium, and their prodigious energy (in comparison with their mass) is shown by their ability to maintain radium permanently at a temperature a few degrees above its surroundings. But the corpuscular radiation which gives rise to the aurora cannot consist of par-

ticles even as small as the « Alpha particles » of radio-activity. For these are atoms of helium, and are subject to the collisions, deflections, and stoppages of ordinary gaseous molecules. Now the mean free path of a gaseous molecule depends in a simple manner upon the number of molecules in unit volume. It is inversely proportional to it. In a « vacuum » of a hundred millionth of an atmosphere, it is about one metre. In the probable vacuum of interstellar space (containing some 5.000 molecules per cub. cm.) it will be about a million kilometres. Even in that extreme vacuum, it will be the rarest event that a molecule should traverse the 150 million kilometres between us and the sun without a stoppage. And this is made more improbable than ever by the circumstance that, as we approach the sun, the density of diffused matter in its neighbourhood must increase.

It is otherwise with cathode rays, or the freely projected negative charges of electricity which we now call « electrons ». They have a much greater penetrating power than atoms or molecules. The « Beta particles » of radium, which are really rapid cathode rays (electrons) have a penetrating power about a hundred times as great as the alpha particles. With the degree of interstellar vacuum assumed above, they will, therefore, be able to penetrate as far as the earth without stoppage. The fact that the aurora is not always seen would point to a degree of vacuum between us and the sun which is usually below the degree of interstellar vacuum, and suffices to prevent electrons projected by the sun from reaching us. A careful quantitative investigation of the paths of these penetrating rays, on the lines indicated by Arrhenius, will give us valuable data which may enable us to arrive at a close estimate of the actual degree of vacuum in the solar system. It will probably turn out to be 10^{-16} of an atmosphere, or as far beyond the highest experimental vacuum as the latter is beyond atmospheric pressure. It will vary, no doubt, with the distance from the sun. It will probably fall to a much lower density in interstellar spaces far removed from stars. Outside our galactic system, the density of matter may fall so low that we get a close approach to an absolute void. But there will be « light quanta » everywhere, and the higher the vacuum the more likely is space to be penetrated by flying electrons and such alpha particles as have not been absorbed by collision

with gaseous molecules. The higher the vacuum, the more will the matter it contains approach the state of Crookes's « radiant matter », which, instead of consisting of a crowd of jostling molecules, is composed of particles pursuing their own way, « living their own life », independently of all others.

12. We have filled interstellar space with quanta of light. We have added electrons flying with nearly the same velocity, flying past billions of gaseous molecules before they are stopped by them. We see space, even the peaceful interstellar spaces, crowded with molecules, but molecules so small that they must fly a million kilometres before they chance to collide with each other. We have peopled interstellar space with particles of larger dimensions, consisting of millions of molecules each, too light to be attracted by the mass of the sun against the pressure of the sun's light. Through the solar system we have sown a countless number of poised particles, small material aggregates which are the only free citizens of the system, in that they are balanced between gravitation and the pressure of light, and need not fly in orbits like their giant companions, the planets. Then we have the smaller planets, the lighter aggregates of matter which we call comets and meteoric swarms. Does this not suffice to deliver us from the *horror vacui* ?

We are at the parting of the ways. Shall the electromagnetic ether disappear; shall Maxwell's great generalisation, which directly inspired the discovery of Hertzian waves and wireless telegraphy, share the fate of the geocentric astronomy and the separate creation of species ?

It is impossible to say what will happen. Let us hope that the wave of corpuscular physics (perhaps we must not even call it a « wave ») which is now submerging so many established ideas, will not sweep away any of the solid and precious achievements of the older schools. It will have a formidable task before it if it wishes to embody all these achievements, to present them in a new and better light, and show how they can be rationally connected with new facts and newly discovered laws.

It may be that a new corpuscular ether will emerge from the conflict. The perfectly homogeneous, structureless ether of past philosophies is doomed in any case. It is philosophically unsound, as it makes space absolute instead of relative.

Once you get down into dimensions so small that there is no differentiation, no amount of further sub-division will avail to give you anything different. Upwards you can go, into larger and ever larger worlds and sidereal systems, but on the downward or inward side, there is a limit, a blank wall, where space becomes meaningless and measurement impossible. There is one form of relativity which is bound to triumph, the relativity of measurement in length and time. Both are infinite, and infinitely divisible.

The universe is limitless both ways. There are sidereal systems beyond our own, an infinite series, but the less dense the larger their scale.

There are atomic and sub-atomic systems within our own, but more and more fine-grained, with particles individually more dense, as we proceed downwards in the scale of length.

The human mind will not flinch from this infinite succession of infinities and infinitesimals. Our whole organism is built up of a vast army of semi-independent organic structures. Our consciousness is the resultant, the focussed image of the trillionfold cell life of our body. Yet it appears to us as one and indivisible. Our mind integrates and comprehends, and on a larger scale of space and time this integrating and comprehending process may possibly be repeated. Our own mental life is a proof and guarantee of an underlying unity of the universe in presence of which we need not shrink from the contemplation of vast and unending vistas of complexity, both in space and time.

Birmingham, University.

E. E. FOURNIER D'ALBE

PSEUDO- UND KRYPTOVULKANISCHE ERDBEBEN

Durch Rudolf Hoernes, dessen im August des vorigen Jahres eingetretenen Tod die Wissenschaft aufrichtig beklagen muss, ist eine *Einteilung der Erdbeben* eingeführt worden, welche man allseitig bereitwillig aufnahm und noch jetzt, nachdem doch im Verlaufe von zwei Dezennien unser Wissen beträchtliche Fortschritte gemacht hat, als eine den natürlichen Verhältnissen in der Hauptsache entsprechende betrachtet. Diejenigen Erderschütterungen, denen nur ein verhältnismässig kleines Schüttergebiet zukommt, werden je nach der Örtlichkeit als *vulkanische* oder als durch *lokalen Zusammenbruch entstandene (Einsturz-) Beben* angesprochen; das aufquellende Magma ist der Ort zahlreicher Explosionsvorgänge, indem die absorbierten Gase unter vermindertem Drucke nach Befreiung streben, und jeder einzelne Prozess dieser Art bringt die benachbarte Erde zum Erzittern, während andererseits in höhlenreichen, zumal in verkarsteten Gebieten unterirdische Einbrüche auch auf der Oberfläche sich bemerklich machen. In all denjenigen Fällen dagegen, die durch ein ausgedehnteres Areal der Bodenbewegung und zumeist auch durch heftigere morphologische und sonstige Zerstörungseffekte gekennzeichnet sind, ist an *tektonische (Dislokations-) Beben* zu denken, und diese erscheinen als natürliche Konsequenzen der Tatsache, dass die frei im absolut kalten Weltraume schwebende Erdkugel unablässig Wärme nach aussen abgibt und folglich eine Volumverminderung erfahren muss. Es ist nicht wahrscheinlich, dass diese zutreffende Einteilung der seismischen Möglichkeiten jemals vollständig beseitigt werden wird.

Sofort leuchtet aber ein, dass die Ursachen sich nicht immer *gleich rein ausgeprägt* dem geistigen Auge darstellen werden, dass vielmehr *Mischformen* als eine notwendige Erscheinung erwartet werden müssen. Dass z. B. Schichtstörungen auch für gewöhnliche Deckeneinstürze prädisponierend wirken müssen, wird nicht zu bestreiten sein. Und ebenso werden solche sich viel leichter innerhalb eines Stückes der Erdrinde ereignen können, das durch eine energische *Intrusion* in seinem natürlichen Verbande bereits gelockert worden war. In dieser Beziehung mag die den *Geologen wohlbekannte Ries-Mulde nächst der westbayerischen Stadt Nördlingen* als Beleg dienen. Mag man nun an das Empordringen einer magmatischen Masse denken, die vorzeitig als *lakkolithischer Pfropf* erstarrte, oder an einen Explosionsakt von der Art, wie er nach der Ansicht vieler die sogenannten *Maare* erzeugt — in jedem Falle versteht es sich von selbst, dass nicht sofort wieder in der Nähe der betreffenden Stelle ein stabiles Gleichgewicht sich herausbilden konnte, sondern dass in deren Umgebung lokale Beeinträchtigungen der Ruhelage durch kleinere Brüche und Einstürze noch für lange Zeit als Folgeerscheinungen bemerkbar wurden. Die an und für sich auffällige Beunruhigung des Rieses durch Erdbeben, wie sie seit Jahrhunderten, und bis in die neueste Zeit herein, zu konstatieren waren, dürfte in der angegebenen Weise am leichtesten zu deuten sein; im übrigen hat ja Bayern rechts des Rheins fast ausschliesslich mit *Übertragungsbeben* zu rechnen. Für Erschütterungen solchen Schlages hat der Verf. früher die Bezeichnung *pseudovulkanisch* vorgeschlagen, und noch jetzt hält er diesen Ausdruck für treffend. Ganz allgemein würde so jedes Erdbeben zu nennen sein, *welches sich auf anerkannt vulkanischem Boden ereignet, ohne dass doch irgendwelche explosive Prozesse mit in Frage kämen*. Der Vulkanismus hat eben nur derartigen Ereignissen die Stätte bereitet, die natürlichen Zusammenhänge gelöst, aber eine aktive Rolle ist ihm durchaus nicht zugeteilt, und die Erzitterungen des Bodens würden ganz ebenso sich abspielen, wenn die Ursache, von welcher die Vorbedingungen geschaffen worden sind, eine andere gewesen wäre.

Mit gleichem Rechte kann auch eine sehr verschiedene Klasse von Phänomenen als eine *Mischform* aufgefasst werden, deren Typus aber ein völlig anderer wäre. Wir denken

an die neuerdings unter dem Namen *kryptovulkanisch* zusammengefassten Erdbeben. Wir möchten das Wort nicht in einem allzu weiten Sinne gebraucht wissen. Wenn z. B. an Zustandsänderungen im supponierten *gasförmigen Erdinneren* gedacht wird, die sich nach aussen fühlbar gemacht hätten, so liesse sich obige Benennung wohl auch einigermaßen rechtfertigen; vorläufig wird es sich jedoch empfehlen, von dieser Möglichkeit abzusehen, da sehr triftige Gründe dafür sprechen, dass Hoernes im Rechte war, als er die errechneten grossen *Zentraltiefen* für sehr problematisch erklärte und es als seine Überzeugung aussprach, dass die tektonischen Beben das weitans bedeutendste Kontingent aller uns bekannten, makroskopisch wahrgenommenen oder durch automatische Registrierung übermittelten Vorkommnisse ausmachen. Stellen wir uns auf diesen Standpunkt, so dürfen wir wohl den Begriff der kryptovulkanischen Erdbeben wesentlich einschränken. Im Einklange mit Hoernes stellen wir demgemäss folgendes fest: Ein Erdbeben soll dann als kryptovulkanisch gelten, wenn intrusive Antriebe dafür massgebend waren, *deren Energie nur eben nicht ausreichte, die magmatischen Stoffe bis an die Oberfläche gelangen zu lassen*. Mit dieser Begriffsbestimmung ist auch Supan einverstanden, indem er nur zugleich sein Bedauern darüber ausspricht, « es fehle uns in der Praxis dafür jedes Erkennungszeichen ». Nicht minder würden wir Láskas « *Spannungsbeben* » hierher zu rechnen haben, und ebenso würde sich eine Beziehung herstellen lassen zu gewissen Bereicherungen der seismologischen Nomenklatur, zu denen Anregung gegeben worden ist. Wir führen zu dem Ende eine Stelle aus einer manch neuen Ausblick gewährenden Abhandlung von Salomon an: « Man hat den Namen auch auf viele früher als tektonisch aufgefasste Beben ausgedehnt, deren Ursachen in so grossen Tiefen zu liegen scheinen, dass jede Möglichkeit einer vulkanischen Eruption von vornherein ausgeschlossen schien.... Branca, dem ein wesentliches Verdienst an der Aufrollung der ganzen Frage zukommt, hat für Beben dieser Art den Namen *vulkanische Beben im weiteren Sinne* vorgeschlagen. Mercalli nennt sie *intervulkanische Beben...* ». Wir werden sehen, wie sich vielleicht eine gewisse Vereinheitlichung der Terminologie herbeiführen lässt, und zwar soll uns hiezu die Detailcharakteristik einiger Ereignisse verhelfen, die wir gründlich kennen, und die sich durch einzelne bemerkenswerte Züge

von anderen unterscheiden. Man kann wohl auch schon mit Salomon als « abortierte Eruptionsversuche eines nicht einmal sehr tief liegenden Magmaherdes » die beiden schweren Katastrophen ansehen, von denen die Insel Ischia in den Jahren 1881 und 1883 heimgesucht worden ist. Indessen mangelt es für sie an einer so eingehenden Individualbeschreibung, wie wir sie für zwei sehr merkwürdige Einzelfälle besitzen, die von berufener Seite als Belege dafür zitiert werden, dass ein Beben, welches auf den ersten Blick den Eindruck eines rein tektonischen hervorruft, bei schärferem Zusehen die Kennzeichen eines kryptovulkanischen an sich tragen kann.

Das *Novemberbeben des Jahres 1911* gehört in diese Kategorie. Seine ungewöhnlich kräftigen mechanischen Wirkungen lassen darauf schliessen, dass selbst solche Gegenden, denen man auf grund neuerer geschichtlicher Nachweise ein höheres Mass von innerer Festigkeit zuzusprechen geneigt sein könnte, gelegentlich *Rückfälle in die Vergangenheit* erleben. Wie viel die *oberrheinische Tiefebene* in vergangenen Jahrhunderten unter seismischen Störungen zu leiden hatte, das ist durch eine mustergültige Untersuchung von Langenbeck festgestellt worden, wie denn die an einer hervorragend kritischen Stelle, am Rheinknie, gelegene Stadt Basel den Chroniken zufolge im Jahre 1356 eine furchtbare Verwüstung über sich ergehen lassen musste. Sehr weit waren einzelne Punkte dieses habituellen *Schüttergebietes*, das sich im Osten bis über den Bodensee hinaus erstreckt, auch am 16. November nicht davon entfernt, ähnliche schlimme Erfahrungen zu machen, denn da und dort wurde Grad 8-9 der Intensitäts-Skala von De Rossi-Forel erreicht. Wie eingreifend die Beschädigungen von Bauwerken waren, wie es nur einer glücklichen Fügung zu danken war, dass nicht auch mit Verlusten von Menschenleben gerechnet werden musste, das zeigt uns mit erschreckender Deutlichkeit die Übersicht, welche Ruska von den am meisten in die Augen fallenden Einzelheiten geliefert hat. Die durch das Erdbeben sowohl der berühmten Domkirche, wie auch dem Postgebäude zu Konstanz zugefügten Schäden waren ernst genug, denn es stürzten von beiden Dächern so wuchtige Steintrümmer herab, dass sich sehr leicht schlimmes Unheil hätte zutragen können. Auch die Beeinflussung, welche die Erdstösse in *physisch-geographischer* Hinsicht ausübten, waren erheblich genug. Überall im nördlichen Teile des Bo-

densees traten namhafte Uferrutschungen auf, und Spalten klappten in einer Ausdehnung, wie sie bei mitteleuropäischen Erdbeben zu den Seltenheiten gehört, wie man ihrer nur etwa von dem furchtbaren Agramer Beben des Jahres 1880 sich erinnerte. *Grundwasser* und *Quellen* kamen in Unordnung, und die Oberflächen der dem erschütterten Territorium angehörenden *Seen* befanden sich längere Zeit in lebhafter Unruhe. Kurz, Deutschland hat bisher nur sehr wenige Ereignisse zu verzeichnen gehabt, die mit dem oberschwäbischen Beben des Spätjahres 1911 verglichen werden könnten.

Mit welchem Rechte nun darf in diesem Falle der Erwägung Raum gegeben werden, dass hier vielleicht *kryptovulkanische Agentien* im Spiele gewesen sein könnten, da doch alle die Erscheinungen, deren Erwähnung geschah, zunächst auch mit der Annahme eines heftigen *Dislokationsbebens* in befriedigenden Zusammenhang gebracht werden können? Dass dies recht wohl geschehen kann, wird sich nicht leugnen lassen, denn das oberste Kriterium, an das man sich zu halten pflegt, ist gegeben; der von der Erschütterung betroffene Flächenraum ist viel grösser, als er bei Erdbeben von anderer Provenienz regelmässig ist, da ja ganz Süddeutschland, die Schweiz und das westliche Tirol Korrespondenznachrichten geliefert haben. Auch spricht für diese Interpretation der Umstand, dass die morphologischen Wirkungen so bedeutend waren, wie man dies im allgemeinen von Schichtverschiebungen in den oberen Teilen der Erdrinde erwartet. Es soll denn auch an dem Charakter der Erschütterung nicht gezweifelt werden; aber auch dann, wenn man sich auf diesen Standpunkt stellt, ist die Frage gerechtfertigt, ob in der Dislokation die *primäre* oder aber vielleicht nur die *sekundäre* Ursache zu erblicken ist. Mit anderen Worten: Gab ausschliesslich die durch Abkühlung bedingte Verkleinerung des Erdvolumens den Anstoss zu den internen Ortsveränderungen, die sich dann als Beben an der Oberfläche offenbarten, oder griff unterstützend die innerliche Zerrüttung ein, welche noch aus der Zeit der vulkanischen Kraftäusserungen vorhanden war, oder lag endlich ein Neu-Erwachen eben dieser scheinbar erstorbenen Kräfte in mitte? Offenbar sind da *drei Möglichkeiten* auseinanderzuhalten. Entweder nämlich war das bewusste Erdbeben *rein tektonisch*, oder es war *pseudovulkanisch*, oder es war *kryptovulkanisch*. Was für die letztere Alternative

spricht, wollen wir gleich näher kennen lernen; dass beide Erscheinungsbilder in engster Verwandtschaft unter sich stehen, braucht nicht eigens hervorgehoben zu werden.

Salomon betont, dass nicht weit von der am schwersten betroffenen Partie des Schwäbischen Jura der « durch Brancas Untersuchungen so bekannt gewordene Vulkandistrikt von Urach » liege. Die *endogene Aktion* hat in der Tertiärzeit emsig daran gearbeitet, das Sedimentärgebirge der Rauhen Alb umzugestalten, aber einen hohen Grad hat ihre Energie nicht besessen, denn es ist bloß zur Bildung von Hohltrichtern, sogenannten *Maaren*, gekommen, unter denen das *Randegger Maar* als das bekannteste bezeichnet werden kann. Allein mit diesen embryonalen Kraftleistungen haben sich doch die magmatischen Auftriebe nicht erschöpft, denn nur wenige Stunden vom westlichsten Ausläufer des Bodensees entfernt, in der Landschaft Hegau, erhebt sich eine stattliche Reihe *isolierter Quellkuppen* aus Phonolith, deren bemerkenswerteste der auch eine geschichtliche Rolle spielende *Hohentwiel* ist. Soweit gegenwärtig die geographische Verbreitung des uns hier beschäftigenden Bebens überschaut werden kann, möchte man am liebsten *zwei äquivalente Epizentralgebiete* unterscheiden; das eine an der obersten Donau, das andere im schweizerischen Kanton Thurgau und seinem nördlichen Vorlande. Dann würde das erstgenannte mit der Maarregion, das andere mit dem Gebiete der homogenen Vulkane zusammenhängen, und dass eben diese Erdräume über einem Krustenbezirke gelegen sind, den in junggeologischer Vergangenheit eine geschlossene vulkanische Esse einnahm, kann man sich unschwer vorstellen. So deuten denn in der Tat manche Indizien darauf hin, dass der dem Anscheine nach ganz und gar erloschene Vulkanismus dieses auch tektonisch nichts weniger als gleichgültigen Landstriches sich noch einmal aufgerafft habe, um von seiner dereinstigen Existenz Zeugnis abzulegen. Sollte man indessen auch nicht so weit gehen wollen, so wird man doch immer mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit dafür rechnen müssen, dass die Erdkruste seit der Epoche, in welcher die magmatischen Agentien zum letzten Male sich regten, noch nicht in einen ganz stabilen Gleichgewichtszustand zurückgekehrt ist. Persönlich würden wir uns eher für eine *pseudovulkanische* als für eine *kryptovulkanische* Natur des Novemberbebens auszusprechen geneigt sein.

In einen teilweise anders gearteten Ideenkreis treten wir ein; wenn wir uns dem furchtbaren *kalifornischen* Erdbeben des Frñhjahrs 1906 zuwenden, welches bekanntlich nicht nur einen grossen Teil der Stadt San Francisco dem Erdboden gleich machte, sondern auch längs der pazifischen Küste eine Reihe tief eingreifender Spuren hinterliess. Die Regierung des Staates Kalifornien tat, was in ihren Kräften stand, um der Katastrophe eine wissenschaftliche Seite abzugewinnen, und wurde in diesem anerkennenswerten Beginnen mit einer namhaften Geldhilfe von seiten des Carnegie-Institutes in Washington gefördert. So konnte bereits nach zwei Jahren ein Werk von fundamentaler Bedeutung für die Erdbebenkunde der Öffentlichkeit übergeben werden, zu dessen Herstellung sich acht bewährte Fachmänner die Hände gereicht hatten. Eine Analyse dieses Bandes gab Rothpletz, und diese ist nicht blos deshalb von Wert, weil sie uns mit den wichtigsten Ergebnissen der amerikanischen Forscher bekannt macht, sondern insbesondere auch aus dem Grunde, weil sie dartut, wie gerade das Problem, welches uns an diesem Orte beschäftigt, durch die gründliche Erörterung aller einschlägigen Fragen, wie man sie den Amerikanern verdankt, einer nicht zu unterschätzenden Klärung teilhaftig wird.

Auf Grund der ersten Nachrichten, welche aus Kalifornien einliefen, schien eine Klassifizierung des Erdbebens keine grossen Schwierigkeiten zu bereiten. Eine schon längst bekannte *Verwerfungsspalte* von riesiger Ausdehnung schien sich als das auslösende Moment erkennen zu lassen, und so mochte es nahe liegen, von einem *tektonischen Spaltenbeben* schlechtweg zu sprechen. Das Wort Spaltenbeben wird auch, da ja nur eine tatsächlich eingetretene Erscheinung dadurch charakterisiert erscheint, nach wie vor zu Recht bestehen bleiben können, und nur die durch das Eigenschaftswort angedeutete Spezialisierung muss vielleicht durch eine andere ersetzt werden.

Der Küstenstreifen, der 1906 einem so furchtbaren Schicksale anheimfiel, war schon vorher nicht weniger als *immun* gewesen, und zumal im Oktober 1868 hatte ein Bodenstück heftig gezittert, dessen Areal von dem achtunddreissig Jahre später betroffenen nicht allzu sehr abwich, wenn es auch etwas kleiner war. Es öffnete sich bei dieser Gelegenheit eine alte Dislokationsspalte auf der Westseite der Berkeley-Hügel

in der Länge von 32 km, allein ob gleichzeitig irgendwelche Bodenbewegungen stattgefunden haben, das ist aus dem leider nur dürftigen Nachrichtenmaterial über jenes nicht zu ersehen. Umso klarer sprachen sich diejenigen Veränderungen aus, welche alldort der Boden im Jahre 1906 erfuhr, und diesmal wurden sie nicht nur im allgemeinen als solche konstatiert, sondern auch *messend* verfolgt. Damit aber war ein prinzipieller Fortschritt angebahnt, der gewiss nicht dauernd für sich allein dastehen, sondern auch Konsequenzen in anderen ähnlichen Fällen nach sich ziehen wird.

Die ganze Umgebung der Bucht von San Francisco war bereits zweimal (1854-1866 und 1870-1892) genau vermessen worden, und als deshalb nach der neuesten Katastrophe eine auf die besten Hilfsmittel der modernen Geodäsie sich stützende Aufnahme des Schüttergebietes durch Hayford und Baldwin ins Werk gesetzt ward, hatte man die Möglichkeit einer exakten *Vergleichung* gewonnen, wie sie bis dahin nur ausnahmsweise hatte vorgenommen werden können. Aus dieser Zusammenstellung der neuen und der älteren Triangulationsdaten glaubte Rothpletz einen Satz herleiten zu können, dem eine grosse Tragweite gewiss nicht abgesprochen werden kann, den Satz nämlich, « dass die Ortsveränderungen im Norden von San Francisco nicht das Bild einer einfachen Schollenverschiebung geben, sondern das einer durch Ausdehnung sich vergrössernden Fläche ». Während die Halbinsel, welche die Stadt selbst trägt, ziemlich unberührt geblieben zu sein scheint, erreichte die « *Dehnung* », denn dieses Wort dürfte den Sachverhalt wohl noch bestimmter als das zunächst des mechanischen Nebensinnes entbehrende « *Ausdehnung* » kennzeichnen, vorwiegend in der Richtung von Nordwest nach Südost ihren grössten Wert, wogegen in der darauf senkrechten Richtung die Dehnungsbeträge nur ein Minimum ausmachten. Die Ursache dieser Bewegung, deren Begrenzungslinie sich als eine grossenteils im Meere verlaufende *Ellipse* zu erkennen gibt, darf nicht nahe der Oberfläche, muss vielmehr in grösserer Tiefe gesucht werden, wie denn auch Lotungen bewiesen, dass der Meeresgrund an jener teilgenommen hatte.

Dehnung, Flächen- und Inhaltvergrösserung, kann zunächst zwei Motiven zugeschrieben werden, die sich auch unter einander kombinieren können. Es kann sich um *Wärme*

zufuhr, es kann sich um *mechanischen Druck* handeln. Von diesen beiden Kausalmomenten eignet dem zweiten das höhere Mass von Wahrscheinlichkeit. Denn wenn man annimmt, dass sich unterhalb des Rindenstückes, dessen Oberfläche sich auf Kosten der an sie angrenzenden Bezirke einen vergrösserten Inhalt verschafft hat, ein magmatischer Herd befand, so kann die feurig flüssige Intrusionsmasse sehr wohl diese Auftreibung bewirken, ohne dass sich äusserlich ein Merkmal des Vorganges aufzeigen zu lassen braucht. *Lakko-* und *Batholithen* sind die wohlbekannten Zeugen einer Hineinpressung des nach und nach erkaltenden Glutbreis in vorhandene Spalten und Hohlräume; was erstere anlangt, so fallen sie ja als charakteristische Auftreibungsgebilde dem kundigen Auge auf, während Batholithen überhaupt nur dann bemerkbar werden, wenn die Denudation rund um sie her die Umhüllung weggeschafft hat. Dass aber mit diesem Aufsteigen des Magmas eine starke Temperaturerhöhung parallel gehen musste, ist selbstverständlich.

Man wird nun die sich ganz von selbst darbietende Frage zu berücksichtigen haben, ob in den pazifischen Staaten Nordamerikas überhaupt vulkanische Kräfte in geringer Entfernung von der Oberfläche schlummern, und diese Frage ist unbedingt zu bejahen. Die ganze *Andenkette*, vom Feuerland bis zur Halbinsel Alaska, ist, wie man weiss, überaus reich an vulkanischen Erhebungen; doch sind nicht nur diese *Gipfel* ein sprechendes Zeugnis, sondern es hat auch nicht leicht ein anderer Kontinent so überaus massige vulkanische *Ergüsse in Deckenform* zu verzeichnen, wie man ihnen namentlich am Schlangenfluss, also in nicht sehr beträchtlicher Entfernung von Nordkalifornien, und in anderen Teilen der Sierra Nevada begegnet. Durchweg sind diese Ergüsse verhältnissmässig jungen Datums, und es liegt folglich keine sachliche Schwierigkeit vor, anzunehmen, dass es gelegentlich in diesem Küstenlande zu *rezenten Reaktionen* eines höher gelegenen *Magmaherdes* kommen könnte. Nur wäre eben im vorliegenden Falle diese Reaktion mit einer nicht ausreichenden Masse von Energie ausgestattet gewesen, um bis zur Aussenseite durchdringen zu können.

Auf die Einzelausführungen bei Rothpletz, durch welche die geodätischen Massangaben einer einheitlichen Interpretation in dem Sinne unterworfen werden, dass allenthalben im

Erschütterungsgebiete, wenngleich natürlich mit quantitativen Verschiedenheiten, eine Dehnung der Oberfläche sich geltend macht, können wir nicht näher eingehen. Der springende Punkt besteht darin, dass aus messbaren Verschiebungen, welche gewisse Oberflächenstellen erlitten haben, auf eine *Expansion* der in Frage kommenden Partien geschlossen wird. Als massgebende Ursache dieses gleichzeitig mechanisch und thermisch zu interpretierenden Prozesses wird die hingestellt, dass eine *Injektion* von unten her die Rindenstücke, unter synchroner starker Wärmeentwicklung, auseinandergeschoben und so den Gleichgewichtszustand an der Oberfläche dieser Schollen abrupt verändert habe. Als den die Katastrophe recht eigentlich *auslösenden* Faktor möchte Rothpletz das Aufreissen der St. Andreas-Spalte angesehen wissen, längs welcher die horizontalen Verrückungen ihre grössten Dimensionen angenommen haben. Mit Rücksicht auf diese einflussreiche Erscheinung der Spaltenbildung wird für das kalifornische Ereigniss die Bezeichnung *Injektions-Spaltenbeben* in Vorschlag gebracht. Es soll durch sie das Wort *kryptovulkanisch* nicht etwa bekämpft oder grundsätzlich zurückgewiesen, sondern mehr nur *spezialisiert* werden.

Wir erkennen der Kette von Schlussfolgerungen, welche Rothpletz aus den Feststellungen der amerikanischen Geodäten zieht, eine beachtenswerte Tragweite in *methodischer Beziehung* zu. Sowohl von Supan, wie von Hoernes wird berechtigte Klage darüber geführt, dass, wenn man auch die Existenz kryptovulkanischer Beben einzuräumen gezwungen sei, gleichwohl damit insofern nicht viel gewonnen werde, als man sich ausserstande sehe, dieselben als solche zu unterscheiden (s. o.); «in der Praxis fehlt uns dafür jedes Erkennungszeichen». Es wäre immerhin nach dieser Richtung hin ein keineswegs gleichgültiger Fortschritt angebahnt, wenn durch *Messungsvergleichung* ein Anhaltspunkt, wie ihn Supan wünscht, zu erreichen wäre, und diese theoretische Errungenschaft würde auch durch die immerhin nicht erfreuliche Erkenntnis nicht geschmälert werden, dass nur in ganz besonders günstig gelagerten Ausnahmefällen auf eine so exakte geometrische Kontrolle zu rechnen sein wird, wie sie von Staats wegen im Jahre 1906 geübt worden ist. Angesichts der Tatsache, dass die meisten Kulturländer jetzt mit Dreiecksnetzen überdeckt sind, deren Seiten und Winkel mit äusserster Genauigkeit bestimmt wurden,

braucht man eine analoge Konstatierung von Bodenverschiebungen nicht als ausser dem Bereiche des Möglichen liegend zu betrachten.

Ein wesentlicher Umstand ist auch darin anzuerkennen, dass unter gegebenen Verhältnissen ein scharfer Unterschied zwischen pseudo- und kryptovulkanischen Beben gemacht werden kann. Erzittert die Erde in einer Entfernung vom nächsten altvulkanischen Herde, die zu gross ist, um eine innere Verbindung des Bebens von dieser präsumtiven Ursprungsstelle für probabel halten zu können, dann ist an eine tektonische, ganz unvulkanische Schichtenstörung oder — wie etwa in der Karstregion — an den Niederbruch einer ungenügend pilotierten Decke zu denken. Liegt andererseits das Schüttergebiet in unmittelbarer Nähe eines Ausbruches, möge sich derselbe in welcher Form immer betätigt haben, so muss der Fall eines pseudo- oder kryptovulkanischen Erdbebens ins Auge gefasst werden. Diese beiden Erscheinungsformen näher auf ihre Modalitäten zu prüfen, stehen uns für gewöhnlich keine zuverlässigen Hilfsmittel zu Gebote; nunmehr gewinnt es den Anschein, als sollte dieser unleugbare Defekt unserer Untersuchungsmethoden allmählich einer Ausgleichung zugänglich werden.

Einer leicht wahrnehmbaren Gefahr wird man dabei freilich entgegentreten haben. Die Neigung, *sämtliche endogenen Reaktionen wahl- und kritiklos zusammenzuwerfen* und als Konsequenzen eines angeblichen feurig-flüssigen Erdinneren aufzufassen, ist vorhanden, und so wird es Leute geben, die im Geiste der alten Humboldt-Buchschen *Sicherheitsventiltheorie* die Injektionsbeben als Beweis dafür in Anspruch nehmen wollen, dass allen Erdbeben eine magmatische Entstehung unterlegt werden müsse. Schon hat sich in P. P. Koehler ein solcher Vertreter der vor hundert Jahren herrschenden Ansichten gemeldet, der alle über das Meeresniveau emporragenden Massen, Kontinente und Einzelgebirge, durch vulkanische Hebung gebildet sein lässt, und es hat unzweifelhaft ein solcher Rückfall in die Anschauungskreise einer noch recht jugendlichen Geophysik der Vergangenheit so viel Bequemes, dass sich gewiss mancher, dem die heute übliche strenge Prüfung jedes einzelnen Falles zu umständlich dünkt, von einer Lehre gefangen nehmen lässt, die für sich den Vorzug der *Einheitlichkeit* in Anspruch nehmen zu können scheint. Gerade

die *Seismologie* erbringt jedoch den überzeugenden Beweis, dass im Bereiche der Naturwissenschaften überhaupt, der physikalischen Geographie im besonderen nicht schematisiert werden darf, dass vielmehr jedes Vorkommnis individuell gewertet werden muss. *Aus verwandten Wirkungen auf identische Ursachen zu schliessen*, ist einer der grössten, leider aber auch häufig zu bemerkenden Fehler gegen eine gesunde Methode.

Es verbleibt sonach bei der herkömmlichen Einteilung aller Erderschütterungen in die *drei Hoernesschen Klassen*, indem nur *Übergangsformen* zwischen je zwei derselben eingeschaltet zu werden brauchen. So wäre z. B. ein Deckeneinbruch sehr wohl denkbar in einem unterirdischen Hohlraume, der in junger geologischer Vorzeit Schauplatz vulkanischer Regungen — wie im Ries — war, und damit wäre der Anlass gegeben zu einem *pseudovulkanischen Einsturzbeben*. Mangelt es uns auch noch sehr an eindeutigen Kriterien zur Ermittlung des Charakters eines Erdbebens, so haben uns doch die *seismographischen Diagramme* bereits zu tieferer Einsicht in die Art der Fortpflanzung und damit dann teilweise auch der genetischen Verhältnisse verholfen; die Kurve eines Karstnabebens ist von derjenigen eines über Festländer und Meere sich erstreckenden Dislokationsbebens so verschieden wie nur möglich. Die Erdbebenkunde hat, seit sie über automatische Aufzeichnungen verfügt, schon so viele neue Gesichtspunkte zutage gefördert, dass man sich einem sehr unberechtigten Pessimismus hingeben würde, wollte man die Hoffnung aufgeben, dass mit der Zeit jedes makroskopisch und durch die Selbstregistrierung verfolgte Erdbeben auch von den bei seiner Auslösung tätig gewesenen Kräften wird Zeugnis ablegen müssen.

München, Technische Hochschule.

SIEGMUND GÜNTHER

HETEROGENEOUS EQUILIBRIUM

AND THE PHASE RULE

When a mixture of ethyl alcohol and acetic acid is heated, ethyl acetate and water are produced; and when ethyl acetate and water are heated together, hydrolysis of the ester takes place and there is a re-formation of ethyl alcohol and acetic acid. If, therefore, when alcohol and acetic acid are heated together the products of reaction, the ester and water, are not removed but allowed to accumulate, a point must at length be reached when the amount of ester hydrolysed in a given time balances the amount formed. In other words, an equilibrium is produced. Since the four substances taking part in the above reactions mix completely with one another, the system will be a *homogeneous* one; that is to say, the composition will be uniform throughout.

Such reactions as we have just cited — balanced or reversible reactions, as they are called — have long been known; and they have formed, in increasing measure, the subject of investigation since the time (1867) when Guldberg and Waage expressed, in the Law of Mass Action, the conditions which govern the state of equilibrium.

Homogeneous equilibrium, however, is met with only in the case of a comparatively small number of the many examples of equilibrium which have already been studied. More frequently we meet with systems the composition of which is not uniform throughout, but which are made up of different portions, each in itself homogeneous or uniform in composition, marked off in space and separated from one another

by bounding surfaces. To these different, homogeneous parts of a system in equilibrium, the term *phase* is applied; and a system in equilibrium which consists of two or more such *phases*, is said to be a heterogeneous system and the equilibrium which obtains is called a *heterogeneous equilibrium*. To such heterogeneous equilibria the law of mass action can be applied only on the basis of certain assumptions involving the nature and molecular complexity of the interacting substances. When our knowledge does not allow of such assumptions being made, the law of mass action can no longer be applied.

It must not, however, be thought that in the kingdom of heterogeneous equilibria anarchy reigns. On the contrary. The law to which such equilibria conform is however more general in its expression than is the law of mass action which involves the separate constituents of the system and a knowledge of their molecular concentration; and for the discovery of this law, science is indebted to the late Willard Gibbs of Yale University (1874-78).

When we have a system in equilibrium, the state of the system will, in general, be altered by variation of the external conditions. Thus, if we have water existing in equilibrium with vapour, it is found that although the pressure which the vapour exerts alters with change of temperature, it has, nevertheless, at any given temperature a perfectly definite value. If, therefore, any arbitrary value is assigned to the pressure, the temperature at which the system water + vapour can exist in permanent equilibrium will also have a perfectly definite value; and, conversely, if we arbitrarily select any definite temperature, the pressure on the system will likewise be defined. The state of equilibrium of such a system as water + vapour is, consequently, defined by giving a value to one single variable, the temperature or the pressure.¹

In such a case, the system is said to possess one degree of freedom or to have a variance of one, or to be *univariant*. Similarly, if we have ice, water and vapour together in a vessel, alteration of external conditions — temperature or pressure — will not alter the nature of the system, but only the relative amounts of the different phases. Thus, if the external

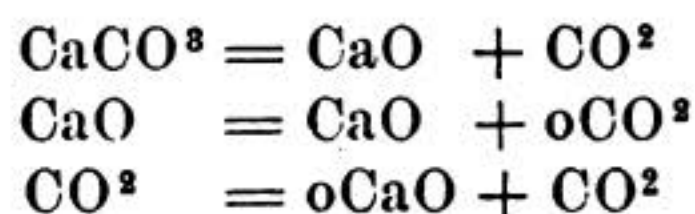
¹ For simplicity of treatment, the factors which are regarded as variable are pressure, temperature and composition of the phases. In the case of one component systems, the composition ceases to be a variable.

temperature is lowered, a certain amount of the liquid and vapour will pass into ice, but the temperature of the system itself and also the pressure of the vapour will remain unchanged; and change in these magnitudes will occur, only if the external change is continued so long that one of the phases disappears. We can say, then, that ice, water and vapour can co-exist only at one single temperature and at one single pressure; and in this case therefore we cannot exercise any choice with regard to temperature or pressure. The system ice-water-vapour is therefore said to possess no degree of freedom or to be *invariant*.

It was shown by Willard Gibbs that the degree of freedom of a system or the kind of equilibrium which obtains can, in all cases, be represented by the very simple expression $F = C + 2 - P$; or, the degree of freedom, or variability (variance) of a system in equilibrium is numerically equal to the number of components plus 2, minus the number of phases present. This is the Phase Rule.

The term « component » which is employed here has a rather special meaning, as it is not synonymous with « constituent ». In the first place, a component, it is true, is a constituent which occurs in the system as a phase of definite composition; but, in the second place, by the letter C in the above equation, one does not mean all such constituents, but the *smallest number* of such constituents required to express the composition of all the phases present. Let us take one or two examples.

When only one chemical substance is present in various physical states, e. g., water, ice, vapour, there is of course only *one* component; for the composition of each phase can be represented by the symbol H^2O . On the other hand, in the case of the system calcium carbonate, calcium oxide and carbon dioxide, which is formed when calcium carbonate is heated in a closed vessel; there are three phases present, each of different chemical composition. It might, at first, be thought that the components of this system are the three substances just mentioned; but this is not so, because the composition of each phase can be expressed in terms of *two* of the three constituents of the system. Thus:



As two constituents are necessary but sufficient in order to express the composition of each of the phases, the system, according to the Phase Rule of Gibbs, is said to be a two-component system. Which two of the three constituents are chosen as components is largely a question of simplicity or generality of application but is in any case a matter of secondary importance; of primary importance is the *number* of components.

When the above system is investigated more closely, it is found that if calcium carbonate is heated in a closed space, decomposition proceeds only until the pressure of carbon dioxide reaches a certain value, which depends on the temperature employed; and it has been found that for each temperature there is a single definite pressure of carbon dioxide in equilibrium with the system. This behaviour, then, is *exactly the same as that met with in the case of the vapour pressure of a pure liquid*, such as water. Nor is the explanation difficult to find, when the two cases of equilibrium are considered from the point of view of the Phase Rule.

We have already seen that in the case of the system water-vapour, $C=1$, $P=2$, and therefore $F=1+2-2=1$. The system is univariant. In the case of the equilibrium calcium carbonate, calcium oxide, carbon dioxide, $C=2$, $P=3$, and therefore $F=2+2-3=1$. *This system is also univariant.* In both cases, then, we are dealing with univariant systems; in both cases the qualitative nature of the equilibrium is the same. This argument can be applied quite universally to all cases of equilibria; all systems, no matter what may be the number of the components, having the same variability will behave in a similar manner when external conditions are altered. This is one of the most important deductions from the Phase Rule.

We can understand now that the great value of the Phase Rule depends on the facts that it enables one to classify the many different cases of equilibrium which are met with, and that it lays down the conditions under which stable equilibrium is possible.

If we consider, in the first place, the simplest heterogeneous systems which we can have, namely those formed by only one component, an inspection of the formula $F=C+2-P$ shows that a system is perfectly defined (i. e. the variables

have perfectly definite values) when the number of coexistent phases is three. *In a one-component system, more than three phases cannot co-exist in true equilibrium.*

The conditions of equilibrium in a one-component system are well illustrated in the case of the co-existence of the three phases solid-liquid-vapour, such as is met with in the case of a pure substance at its freezing point. In such a case as experiment shows and as the Phase Rule requires, the system can exist only at definite values of temperature and pressure; and conversely, so long as the system exists, the pressure of its vapour and the temperature of the system will remain constant, no matter what changes occur in the relative amounts of the three phases. It is this behaviour which allows of a mixture of ice and water being employed for giving a fixed point in the graduation of thermometers.

Although the Phase Rule is expressed most compactly in the form of the equation $F = C + 2 - P$, the conditions of equilibrium are most clearly visualised by graphic representation. Thus, the general nature of the equilibria in a one-component system is shown most clearly by plotting, in rectangular co-ordinates, the values of the pressure corresponding with different temperatures. By this method, a univariant system will be represented in the form of a line or curve, whereas an invariant system will of course, be indicated by a single point in the diagram.

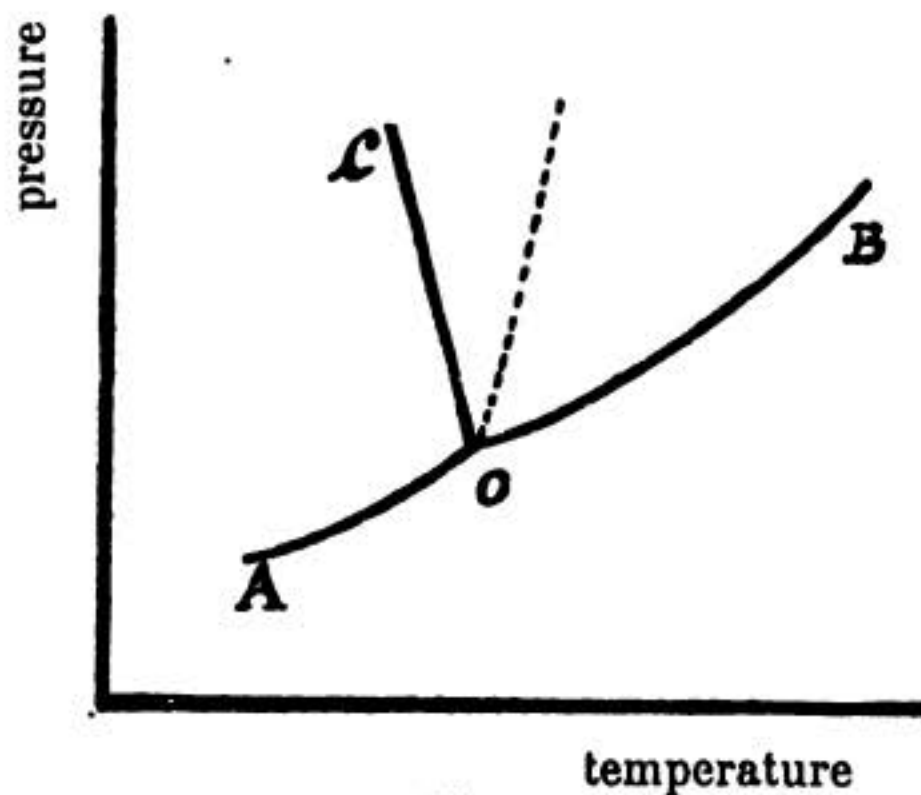


Fig. 1.

Thus, in Fig. 1, we have a graphic representation of three univariant systems of one component:

viz. liquid plus vapour (OB); solid plus vapour (AO), solid plus liquid (OC). The point of intersection (O) of these three curves, represents the value of pressure and temperature at which the three phases, solid, liquid and vapour, can coexist. As the point O is obtained as the intersection of three curves, it is called a *triple point*.

Although the Phase Rule merely indicates that a univa-

riant system will be represented by a line in our diagram, and an invariant system by a point, the *direction* of the curves is left quite indefinite. Guidance with regard to this point, however, is given by another theorem, based like the Phase Rule itself, on thermodynamics, and known as the theorem of Le Chatelier. This theorem, one of the utmost importance and of the widest range of applicability, states: 1. When heat is added to or withdrawn from a system in equilibrium, changes will take place in the system which are accompanied by absorption or evolution of heat respectively. 2. When the pressure on a system in equilibrium is increased or diminished, changes will occur within the system which are accompanied by contraction or expansion respectively.

Thus, when heat is added to the system liquid plus vapour, there will be an increased production of vapour, because vaporisation is a process which occurs with absorption of heat. The vapour pressure, therefore, increases with rise of temperature. The vapour pressure curve OB (Fig. 1) slopes upwards, not downwards. Again. When the pressure on the system solid plus liquid is increased, solid will melt in those cases (few in number) where the volume of the solid is greater than that of the liquid produced (e. g. ice and water); and liquid will pass into solid in those cases where fusion is accompanied by increase of volume. Consequently, in the case of the former class of substances the equilibrium curve for solid + liquid (melting point curve) will slope towards *lower* temperatures as the pressure is increased; while in the case of the latter class of substances, the melting point curve will slope towards *higher* temperatures and pressures, as indicated by the dotted curve in Fig. 1. The theorem of Le Chatelier, then, explains why the melting point of ice is lowered by pressure, whereas the melting point of nearly all other substances (which expand on melting) is raised by pressure.

It will be clear that we can have other invariant one-component systems existing at a triple point besides the common one represented by the freezing point of a substance, provided the component can give rise to more than three phases. Since gases and vapours are miscible with one another in all proportions, it is clear that a substance can never form more than one vapour phase; nor can we expect that a substance will exist in two non-miscible liquid forms. On the other

hand, it is found in a large number of cases, that a substance can exist in two or more non-miscible solid phases (polymorphism). The possible number of triple points will then be increased for we may have, when two solid phases are formed, invariant systems constituted by:

1. Solid 1, solid 2, vapour.
2. Solid 1, solid 2, liquid.
3. Solid 1, liquid, vapour.
4. Solid 2, liquid, vapour.

This case is admirably illustrated by the behaviour of sulphur, which is well known in the form of rhombic and of monoclinic sulphur.

In the case of substances which can exist in two solid phases, a difference in behaviour is met with according as both or only one of the crystalline forms are stable at temperatures below the melting point. In the former case, it will be possible to have the invariant system consisting of the two crystalline phases and vapour existing in stable equilibrium at a definite temperature and pressure; whereas in the latter case, such a system will not be possible. In the former case we have what are called *enantiotropic* substances; in the latter case, *monotropic* substances. In the case of enantiotropic substances, then, there exists what is known as a *transition point* (temperature of equilibrium under atmospheric pressure), above which one of the crystalline phases is stable, and below which the other crystalline phase is stable. Thus, in the case of sulphur, the transition point lies at 96° . At this temperature both rhombic and monoclinic sulphur are stable. Below 96° the stable form is rhombic sulphur and all other forms of sulphur will finally pass into this form; but at temperatures above 96° up to the melting point, the stable crystalline form is monoclinic sulphur. Although, as we have said, rhombic sulphur is the stable form at temperatures below 96° , it is nevertheless found that monoclinic sulphur does not on being cooled down to below 96° immediately pass into the rhombic form. On the contrary, the transformation may remain suspended, and monoclinic sulphur, under these conditions, is said to be in a *metastable* state. Cases of suspended transformation with production of metastable systems are of great importance and of very frequent occurrence. Glass, for example, is a metastable,

supercooled liquid which passes into the stable form (crystalline) or devitrifies, only with very great slowness under ordinary conditions, but with increased velocity as the temperature is raised. The existence of such metastable systems can be detected by applying the principles of the Phase Rule.

Another very interesting case of a substance existing in a metastable condition is found in the case of tin. This metal, it has been found, exists in two crystalline forms known as white tin (ordinary tin) and as grey tin. In accordance with the Phase Rule these two forms cannot both be stable throughout a range of temperature at any one pressure (e.g. atmospheric); and investigation has shown that there is a transition point at 18°C , above which white tin is the stable form, and below which grey tin is the stable form. At the mean atmospheric temperature, therefore, in the temperate zone, *white or ordinary tin is in a metastable condition*, and it is only on account of the very slow velocity of change into the stable form that articles made of this metal do not pass into the grey form and thereby become useless. Evidence that this change does occur spontaneously has been found in the case of old tin organ pipes and of ancient vessels made of this metal. As in all cases, the change is facilitated by the presence of the more stable form.

Just as we saw that the melting point of a substance alters with pressure, so also will the transition point alter if the density or specific volume of the two solid phases have different values; and, in accordance with Le Chatelier's theorem, we can predict that the transition point will be raised by increase of pressure when (and this appears to be generally the case) the crystalline form stable above the transition point has a greater specific volume than the form which is stable below the transition point.

Two-component Systems. — When we pass from systems of one component to systems of two components, we meet with the possibility that the coexisting phases may not have the same composition, and consequently another variable factor is introduced, namely, concentration of the components in the different phases. In the case of two-component systems, therefore, we can have not merely bivariant but also trivariant systems (two components in one phase); and for an invariant system, the co-existence of four phases is necessary.

Such a system will be represented graphically as a *quadruple point* or as the point of intersection of four curves each representing a univariant system. These curves would no longer lie in one plane, but in space, the co-ordinates being pressure, temperature, and concentration of the components.

Of the two-component systems, the most important are those in which one of the phases is a solution i. e. a homogeneous phase of continuously variable composition; and this phase may be either liquid or solid. In dealing with these systems, it must be remembered that the Phase Rule yields no recognition of the conventional distinction between solvent and solute; the so-called solubility curve of a solid¹ is merely a portion of the complete equilibrium diagram for the two components.

For the sake of simplicity we shall consider that in all cases the pressure remains constant (atmospheric pressure) and that only the temperature and composition of the variable phase (the solution) alter. We shall then be able to represent the equilibria in a plane diagram; and the conditions are moreover, those which are generally met with in practice. Since we have voluntarily fixed the value of one of the variables, namely, the pressure, only two variables remain, and consequently an invariant system will occur when three phases are in equilibrium, and a univariant system will be formed when two phases co-exist together. A univariant system will therefore be formed when the liquid solution is in equilibrium with one solid phase, and an invariant system will be formed when the solution is in equilibrium with two solid phases.

The first prediction of importance which we can make here is that so long as the solid phase remains unchanged, the equilibrium curve (giving the change in composition of the solution with the temperature) will be continuous; and when a change in the solid phase occurs, the equilibrium curve will exhibit a « break ». This must be so because at the point where the solid phase undergoes change both solid phases must be in equilibrium with the solution and consequently, since there are three phases present, the system is invariant. But an invariant equilibrium is represented as the *intersection* of

¹ We shall omit from this discussion the interesting cases of equilibria in the case of two partially miscible liquids.

the curves for two univariant equilibria, and therefore the equilibrium curve is not continuous but exhibits a « break ».

We can now represent graphically some of the more important systems which are found in the case of two-components which form a solution in the liquid state.

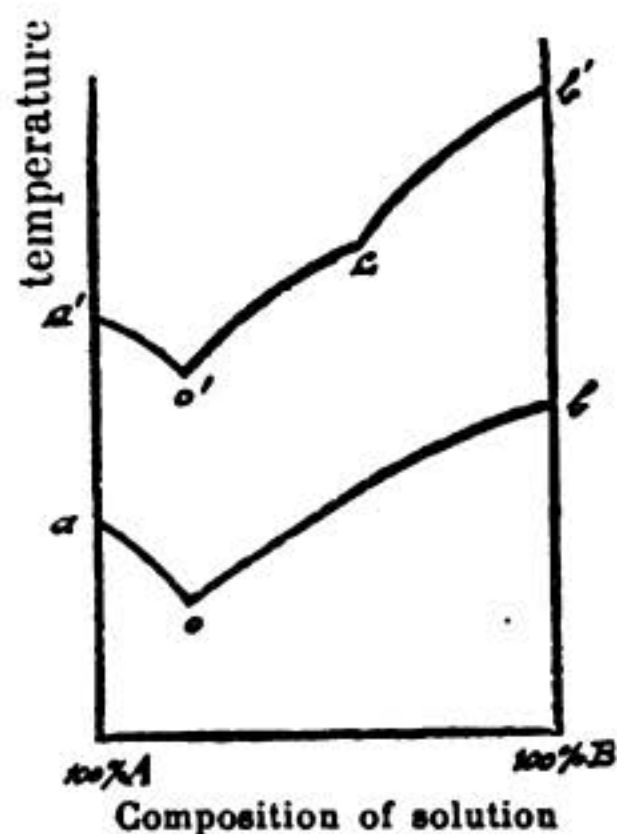


Fig. 2.

I. - *No solid compound of the two components is formed* (Fig. 2).

The simplest type of equilibrium in the case of two component systems is shown by the curves ao , ob . In this case only two solid phases occur, namely pure A and pure B (A and B being the two components). The branch ao represents the composition of solutions which are in equilibrium at different temperatures with the pure component A as solid phase; and the

branch ob represents the composition of the solutions which are in equilibrium at different temperatures with component B as solid phase.

Such equilibria are found, for example, in the case of many systems in which water and salts, which crystallise without water of crystallisation, form the components. Thus, if we regard a as being the melting point of ice, it is known that this is lowered by the presence of a salt dissolved in the water. That is to say, ice can exist in equilibrium with a solution only at temperatures below 0° , and the greater the concentration of the solute (component B) the lower is the temperature of equilibrium. This is represented by the curve ao . Similarly in the case of component B . If its melting point (i. e. equilibrium temperature for the component B in the solid and liquid state) is represented by b , then on adding to the liquid varying amounts of component A (water), the temperature of equilibrium with solid B will be lowered, as represented by the curve bo . At the point o , where the two curves ao and bo intersect, we must have the two solid phases A and B in equilibrium with solution, and since this represents an invariant system, as we have seen, it follows that both the temperature at which this system can exist, and also the composition of the solution have fixed and definite values. It will

be recognised that the point o represents what is called the *cryohydric point* (when dealing with systems in which water is one of the components) or, more generally, the *eutectic point*.

If, now, heat is abstracted from the invariant system at the eutectic point, separation of solid must occur, in accordance with the theorem of Le Chatelier (the latent heat of solidification thereby counteracting the effect of the abstraction of heat and so maintaining the temperature constant), and as the composition of the solution must remain constant at an invariant point, the two components must separate out in *fixed proportions*. It was this fact, as is well known, that led to the erroneous belief that a « cryohydrate » was a definite compound, whereas the Phase Rule now shows that the « cryohydrate » is a conglomerate or mixture of two solid phases.

In the case of the equilibria which have just been discussed, the two components were regarded each as forming only one solid phase. It happens, however, not infrequently, as we have already learned, that a substance can exist in more than one crystalline form, and each of these crystalline forms will, of course, have its own equilibrium curve. Thus if we regard the component B as capable of existing in two crystalline forms, we should obtain an equilibrium diagram of the general type shown in Fig. 2, curves $a'o'$, $o'c$, cb' . In this case $a'o$ is again the equilibrium curve for component A in contact with solution; $b'c$, that for component B in one of its crystalline forms, in contact with solution; and $c'o$ the equilibrium curve when the second crystalline form of B is present. The point o' represents the cryohydric or eutectic point, and point C , the *transition point* for the two forms of B .

II. - *The two components can form one or more compounds.*

In this second class of two-component systems two sub-classes can be distinguished, according as the compound or compounds (a) have or (b) do not have a definite melting point.

a. The equilibrium diagram obtained in the case of systems belonging to the sub-class (a), is shown in Fig. 3. In this case it will be observed that there is a series of curves, each curve representing, as we have already learned, the composition of the solution which is in equilibrium at different temperatures with one solid phase. In the diagram shown, ao is the curve of equilibrium between solution and pure compo-

ment A ; bo , the curve of equilibrium with pure B as solid phase; and the curve odc represents the equilibrium between solution and the compound of A and B , as solid phase. The points o and c are eutectic points, at which two solid phases, namely, component A and compound, and component B and compound, are respectively in equilibrium with solution.

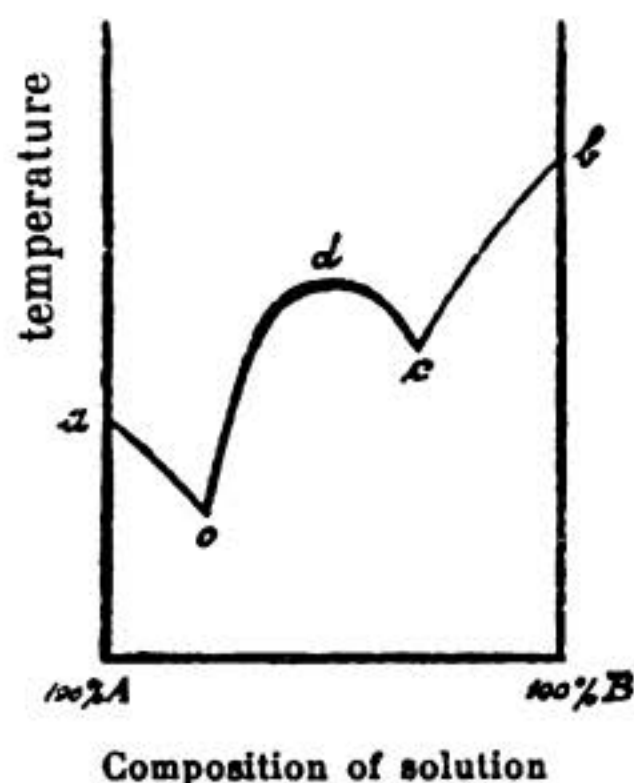


Fig. 3.

This diagram differs, however, from that shown in Fig. 2, in the fact that one of the equilibrium curves, namely, odc exhibits a maximum point. This maximum point is the melting point of the compound; that is to say, at this point, the composition of the solid and of the solution is the same. It will be clear, therefore, that the composition of the solid compound can be ascertained from the position of the maximum point.

A diagram of the general type shown in Fig. 3, is obtained in the case of the components water and calcium chloride, which forms the well-known hexahydrate, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, which melts at temperature 30.2° . When more than one compound with definite melting-point is formed, then a series of curves similar to odc , each exhibiting a maximum point corresponding with the composition of the particular compound, will be obtained, a behaviour which is very well illustrated in the case of the hydrates of ferric chloride.

b. In the case of two component systems formed by water and a salt, it is perhaps equally usual, if not more so, to find that the compound or compounds formed do not have a definite melting point, but that, before the temperature of the melting point is reached, the compound (hydrate) breaks up into the anhydrous salt (or a lower hydrate) and water. In this case then, no curve with a maximum point is obtained; but as there is a change in the solid phase, the equilibrium curve (giving the composition of the solution) exhibits a « break », as we have seen to be demanded by the Phase Rule. The diagram obtained is then quite similar to the upper curve shown in Fig. 2; and for each change of solid phase, for each transition from a higher to a lower hydrate or anhy-

drous salt, there will be a « break » similar to that shown at *c* in Fig. 2.

From what has just been said it will be evident that a study of the equilibrium curve can throw much light on the mutual relationships which exist between two substances which are completely miscible with each other in the liquid state. Such a study will show whether, at temperatures in the neighbourhood of the melting point, compound formation occurs or not, and further whether such compounds, if formed, possess or do not possess a definite melting point. In the former case, the composition of the compound or compounds can readily be ascertained.

It must not, of course, be thought that the equilibrium relationships which have just been described refer only to systems of which water and a salt constitute the components. On the contrary, the equilibrium diagrams which have been described very briefly above, are perfectly general in their application to systems of two components which are capable, in the liquid state, of forming solutions with each other; and in recent years this Phase Rule method of investigation has been widely applied to other two-component systems. Investigation of the equilibrium curves (freezing-point curves as they are frequently called) in the case, for example, of optically active organic substances, has thrown much light on the nature of optically inactive materials, and has enabled decisions to be arrived at as to whether an inactive substance, capable of resolution into optical antipodes, is merely a mixture, or conglomerate, of the active forms, or is a true compound, or racemate. If the former is the case, then an equilibrium diagram of the type shown by the lower curve in Fig. 2, will be obtained; whereas, in the latter case, a diagram of the general type shown in Fig. 3 will be obtained.

But it is, perhaps, in the investigation of the nature of metallic alloys that the Phase Rule method of investigation has found its most important application in recent years. By this method of study, supplemented in many cases by the valuable method of microscopic examination, a very large amount of knowledge, not merely of theoretical but also of the highest practical value, has been obtained with regard to the composition and nature of alloys; and it can safely be said that the acquisition of such knowledge would have been

enormously more difficult, if not indeed impossible, without the guidance which the Phase Rule affords both in the method of investigation and in the interpretation of the results.

Although the brief discussion which it has been possible to give in the short space available here can give but a poor indication of the scope and range of applicability to practical problems of the Phase Rule, it may serve, as we shall hope, to give a knowledge of the principles which are applied to the investigation of such problems; for, greatly more complicated as are many of the systems, the nature of which has, in recent years, been unravelled under the guidance of the Phase Rule, they are all built up of systems of different degrees of variability as defined by the definite relationships between the number of components and co-existing phases.

Aberystwyth, University College of Wales.

ALEX. FINDLAY

LES MOYENS DE DÉFENSE PHYSIQUES ET CHIMIQUES DANS LE RÈGNE ANIMAL

La Nature est un vaste champ de bataille, où règnent en maîtres la force et la ruse, où d'innombrables combattants se livrent mutuellement des assauts furieux et incessants. Manger, tout en évitant d'être mangé, tel est le problème qui se pose chaque matin à tout être vivant. Les herbivores sont mangés par les carnivores qui eux-mêmes se dévorent entre eux. Dans cette lutte pour l'existence, à laquelle tous sont soumis, l'attaque aussi bien que la défense savent mettre en jeu les moyens les plus variés, les plus ingénieux et parfois les plus inattendus. Toutes les formes de l'énergie, attraction moléculaire, mouvement, son, lumière, chaleur, électricité, énergie chimique, sont tour-à-tour utilisées par les êtres vivants comme agents de protection. Nous passerons une revue succincte des défenses physiques et chimiques dans le règne animal, en les classant précisément suivant la nature physico-chimique des agents utilisés.

A. MOYENS PHYSIQUES DE DÉFENSE.

I. Énergie mécanique. Forces moléculaires.

Armures naturelles. — Les forces moléculaires statiques de cohésion sont utilisées du haut en bas de l'échelle animale dans la construction de remparts protecteurs ou d'armes offensives : peau incrustée de silice ou de sels calcaires, squelette externe des Echinodermes, carapaces chitineuses des Articulés,

coquilles de conchioline et de sels minéraux des Mollusques, revêtements d'écailles, de plumes ou de poils des Vertébrés, becs ou mâchoires garnies de dents en scie, en lime, en rape, en pavés, en crochets, etc., pinces et griffes, lames tranchantes, dards et piquants, tentacules, cirrhes, trompes, ventouses, suçoirs, etc., etc.

Armures artificielles. — Beaucoup d'animaux mous suppléent à l'absence de carapace ou de coquille naturelle, en se construisant de matériaux divers, des enveloppes protectrices temporaires ou permanentes: pierres et grains de sable dont s'enveloppent les Ascidies, les Poulpes, étuis fabriqués par les Annélides tubicoles, tubes des larves de Phryganes, cocons des Vers à soie, alvéoles cireux des Abeilles, abris des Araignées, qui peuvent devenir des pièges, etc., etc.

Le Pagure, ou Bernard l'Hermite, protège son abdomen mou en l'introduisant à reculons dans une coquille abandonnée de Mollusque gastéropode. Le Pagure transporte partout avec lui la coquille qui lui sert d'ermilage. Dès qu'un danger le menace, il se retire entièrement sous ce bouclier d'emprunt, de manière à ne présenter à l'entrée de sa retraite qu'une panoplie vivante de lances et de tenailles propres à tenir l'ennemi à distance respectueuse.

Le *Peripatus* du Cap se défend en rejetant un liquide visqueux, collant comme de la glu. Le mucus sécrété par les Mollusques et beaucoup d'autres animaux a la même action mécanique protectrice.

Commensalisme. — Souvent l'animal mou ou mal défendu se met sous la protection d'êtres plus forts ou mieux doués. Le petit Crabe *Pinnotheres* s'enferme dans la coquille d'une Moule vivante et paraît faire excellent ménage avec le Mollusque chez lequel il a élu domicile. La cavité branchiale ou buccale de beaucoup de Poissons est habitée par toute une population de Crustacés, d'Annélides et même de petits Poissons. D'autres Poissons élisent domicile à l'intérieur du corps de Méduses, d'Actinies, d'Holothuries, d'Etoiles de mer.

On a donné le nom de *commensalisme* à ces associations animales très fréquentes, qui tournent généralement à l'avantage réciproque des deux conjoints. J'en citerai un dernier exemple: sur la coquille dont le Bernard l'Hermite fait son domicile d'emprunt, se trouve généralement fixée une Actinie ou Anémone de mer (*Adamsia*) dont la bouche est toujours

située en face de celle du Crustacé. La meilleure entente règne, paraît-il, entre le Pagure et son acolyte: le premier peut être cité comme modèle d'amphytrion: il ne manque jamais d'offrir à sa voisine les prémisses de sa chasse. De son côté, l'Actinie, toute hérissée d'organes urticants, est pour le Pagure un rempart protecteur très efficace. Le *parasitisme* se relie au commensalisme par une série de formes de transition. Le parasite vit purement aux dépens de l'hôte qui l'héberge.

Problème de l'accroissement du corps. — L'étude des enveloppes résistantes qui servent de rempart protecteur aux parties molles des animaux, nous conduit naturellement à envisager le problème de l'accroissement du corps chez les animaux à carapace inextensible. Ce problème comporte plusieurs solutions. Lorsque la carapace est formée d'une mosaïque de pièces nombreuses, juxtaposées, il suffit que chacune de ces pièces augmente par addition de particules, tant à sa surface que sur ses bords. C'est ainsi que s'accroît le test des Oursins, la carapace des Tortues.

La coquille des Mollusques Gastéropodes représente théoriquement une enveloppe creuse conique, enroulée en spirale autour d'un axe. Ici l'accroissement est réalisé au niveau de l'orifice ou base ouverte du cône, qui s'allonge en formant de nouveaux tours de spire. En même temps, la portion ancienne de la coquille s'épaissit. Les coquilles des Mollusques bivalves (Lamellibranches) s'accroissent également par les bords libres, en même temps qu'elles s'épaississent sur leur surface interne.

Mue des Articulés. — Mais la carapace des animaux articulés, des Crustacés par exemple, ne peut s'accroître de cette façon. C'est une cuirasse minéralisée, absolument inextensible, opposant une barrière rigide à l'accroissement de l'animal, Crabe, Homard ou Ecrevisse, qui l'habite. Celui-ci, pour pouvoir augmenter de volume, en est réduit à muer, c'est-à-dire à se débarrasser périodiquement de la carapace ancienne, devenue trop étroite, et à en revêtir chaque fois une nouvelle, un peu plus large. Tel un chevalier bardé de fer, prenant de l'embompoint, échangeait l'armure ancienne dans laquelle il se sentait serré, contre un vêtement plus ample.

Vitzou a montré que chez le Homard, l'Ecrevisse, la Langouste, la mue débute par la production d'une fente transversale, ayant son siège sur le dos de l'animal, entre le premier anneau de l'abdomen et la grosse pièce de la carapace recou-

vrant la partie antérieure du tronc ou céphalo-thorax. C'est par cette étroite et unique fente que doit passer au moment de la mue, le corps tout entier du Homard, avec tous ses appendices, antennes, pinces, pattes, branchies. L'animal dégage d'abord la partie antérieure de son corps, il retire les pinces, les pattes de leur coques respectives à peu près comme on retirerait la main d'un gantelet de fer trop étroit. Pendant les jours qui précèdent la mue, l'adhérence entre le corps et la carapace se trouve partout diminuée par l'interposition d'une espèce de gelée semi-liquide. Malgré cette circonstance favorable, ce n'est pas sans peine, et souvent pas sans avarie, que le pauvre Homard parvient à faire passer les parties molles de ses énormes pinces à travers l'étroite filière constituée par les anneaux des premiers articles du membre qui porte la pince. Aussi n'est-il pas rare de voir une ou plusieurs pattes arrachées par les efforts que nécessite cette terrible épreuve.

On dirait vraiment que la nature se plait à réduire au minimum le diamètre des conduits par lesquels elle s'efforce de faire passer des corps solides de gros calibre. Aussi n'est-il pas étonnant que l'opération de la mue des Crustacés ne soit pas toujours couronnée de succès. Le plus souvent le Homard réussit cependant à dégager complètement la partie antérieure du corps et apparaît à travers la fente dorsale, tout ému et tout meurtri. Il ne lui reste qu'à dégager et à retirer par le même passage la partie postérieure du corps, ce qui lui est relativement facile. Il exécute pour cela un saut brusque en avant, étend son abdomen et l'arrache de ses anciennes enveloppes. A ce moment la mue est achevée: la carapace, éliminée d'une pièce, reprend, en vertu de l'élasticité des articulations, sa figure normale et l'on croirait que l'on se trouve en présence de deux Homards, l'un dur et immobile, l'autre mou et vivant, tant la carapace abandonnée a conservé l'intégrité de ses moindres parties.

Dans d'autres groupes d'animaux articulés, les Insectes, par exemple, dont les téguments sont inextensibles comme ceux des Crustacés, le problème de l'accroissement du corps se trouve résolu d'une façon analogue. Tout le monde sait que les Vers à soie, par exemple, changent de peau, muent un certain nombre de fois, avant de se transformer en chrysalides. Ces mues ne concernent en général que les larves. L'Insecte parfait ne change pas de peau: aussi ne peut-il s'accroître. Il

conserve strictement les mêmes dimensions depuis le moment de l'éclosion jusqu'à sa mort. C'est pour cela que les Insectes d'une même espèce ont tous à peu près la même taille, même ceux qui vivent plusieurs années, comme les reines d'Abeilles, les Fourmis. Au reste, cette longue durée de l'existence de l'Insecte parfait constitue un fait exceptionnel. Un grand nombre d'Insectes parfaits ne vivent que quelques jours ou même quelques heures. Plusieurs Papillons ne prennent même aucune nourriture pendant la courte durée de leur vie aérienne. Les Ephémères doivent précisément leur nom à la brièveté de leur existence.

II. Énergie cinétique. Force et rapidité des mouvements d'attaque, de défense, de fuite.

Force des mouvements. — Dans toute la série animale, les mouvements sont réalisés par de petites machines à structure fibreuse, les *muscles*. Les muscles en se contractant, rapprochent leurs points d'attache et mettent en mouvement les organes auxquels ils sont fixés. Ces muscles étant formés de fibres toutes pareilles, composées elles-mêmes, suivant leur longueur, de segments ou d'unités semblables, il est clair que la force du muscle, mesurée par le poids P auquel leur contraction pourra faire équilibre, dépendra du nombre des fibres qui composent le muscle, et sera proportionnelle à la coupe transversale du muscle. Par contre, l'étendue du mouvement, c'est-à-dire la hauteur H à laquelle le muscle peut soulever le poids P , dépendra de la longueur des muscles.

Un même poids de muscle exécutera un travail de même valeur constante $P \times H = C$. Mais un muscle gros et court soulèvera un poids considérable P à une faible hauteur h , tandis qu'un muscle long et mince de même volume soulèvera un poids faible p à une grande hauteur H .

$$P \times h = C \quad p \times H = C \quad P \times h = p \times H.$$

Ce principe trouve de nombreuses applications dans l'économie animale. Les mouvements de peu d'étendue, comme ceux de nos mâchoires, sont réalisés par des muscles courts et épais et développent une force énorme. Les mouvements de nos membres au contraire, exécutés par des muscles longs et relativement peu épais, ont une amplitude considérable et une force médiocre.

C'est pour le même motif que les animaux de petite taille ont une force apparente très supérieure à celle des animaux de grande taille. Les petits sont les plus forts. C'est à peine si la force d'un Cheval pesant six cents kilogrammes, mesurée au dynamomètre Regnier, est des deux tiers de son poids, soit quatre cents kilogrammes. Or il y a des Hanneçons pesant un sixième de gramme, qui font équilibre à soixante-six fois leur propre poids, soit plus de dix grammes. Qui n'a vu des Fourmis traîner des objets deux, trois et quatre fois aussi gros qu'elles?

L'explication en est bien simple. Les animaux de petite taille ont nécessairement des muscles très courts, comportant un nombre énorme de fibres par unité de poids. Ces muscles courts et gros sont capables de soulever des fardeaux considérables, mais à une hauteur insignifiante. Un gramme de muscle de Hanneçon déplacera une résistance de cent grammes sur une longueur d'un centimètre par seconde, alors que dans le même temps un gramme de muscle de Cheval aura déplacé une résistance d'un gramme le long d'un chemin d'un mètre de long. Dans les deux cas, le travail sera le même.

$$100 \text{ gr.} \times 1 \text{ ctm.} = 1 \text{ gr.} \times 100 \text{ ctm.}$$

Mais pouvons nous, au point de vue de la force, comparer les muscles d'animaux aussi éloignés dans l'échelle zoologique que le Cheval et le Hanneçon? Nullement, et les chiffres cités à l'instant n'ont pas la prétention d'être exacts: ils sont donnés à titre d'exemple.

L'expérience directe a montré que la force absolue des muscles, c'est-à-dire le poids auquel un muscle d'un centimètre carré de coupe transversale, est capable de faire équilibre, varie assez notablement d'une espèce animale à l'autre.

De 9 à 10 kilogr. pour les muscles du mollet de l'homme, cette valeur descend à 3 kilogr. environ pour les muscles de la Grenouille, et représente seulement 1 kilogr. environ pour les muscles de la pince des Crustacés. Les muscles qui maintiennent fermées les valves des Huîtres et des Moules ont respectivement une force de 6 et de 8 kilogr. par centimètre carré.

Les muscles des animaux inférieurs ne sont donc pas plus puissants que les nôtres, à égalité de surface transversale, bien au contraire. Si, à égalité de poids de substance musculaire, ils paraissent capables d'efforts énormes, cela provient préci-

sément de leur petitesse, c'est-à-dire du peu de longueur de leurs fibres musculaires.

Rapidité des mouvements. — La force est certes un élément de succès dans la lutte pour l'existence, mais la rapidité des mouvements en est un autre qui présente également son importance. Dans un duel à l'arme blanche, l'avantage n'est pas au biceps le plus volumineux, mais bien au bras le plus agile, réduisant au minimum le temps qui s'écoule nécessairement entre le mouvement d'attaque et la riposte.

Ce temps, que l'on pourrait appeler *temps perdu*, dépend d'une série de nécessités physiologiques, correspondant à un certain degré d'inertie ou de paresse de nos appareils nerveux et musculaires. L'élaboration dans notre cerveau d'un acte de la volonté demande un temps très appréciable, dépassant notablement un dixième de seconde. De plus, les muscles n'obéissent pas instantanément aux ordres de la volonté, le transport de ces ordres du cerveau aux muscles, le long des nerfs, se fait avec une vitesse d'une cinquantaine de mètres à la seconde. Enfin les muscles eux-mêmes présentent un certain degré d'inertie, ils n'obéissent pas immédiatement à l'excitation motrice, d'où une nouvelle fraction de temps perdu.

On a mesuré ces différents temps perdus, chez les animaux les plus divers, au moyen d'appareils enregistreurs, suivant une méthode imaginée par Helmholtz en 1850. Les valeurs sont faciles à établir pour la vitesse de propagation des ordres de la volonté ou de l'excitation en général, le long des nerfs moteurs. On a trouvé par seconde que cette valeur était de :

- 40 à 50 mètres chez l'Homme et les Mammifères;
- 30 mètres chez la Grenouille;
- 6 à 10 mètres chez le Homard;
- 2.50 mètres et 20 centimètres chez les Myriopodes;
- 4 à 1 mètre et moins chez les Mollusques céphalopodes et gastéropodes;
- 1 centimètre chez Anodonta.

Les animaux inférieurs, Crustacés, Mollusques, présentent donc au point de vue de la propagation des excitations le long des nerfs, c'est-à-dire de la transmission des ordres de la volonté, une certaine infériorité sur les animaux supérieurs. Mais comme leur taille n'est pas très considérable, les nerfs

n'atteignent jamais une grande longueur et la fraction de temps perdu dans ces nerfs n'offre aucune importance.

Il en serait autrement si les Crustacés, les Mollusques pouvaient atteindre la taille colossale d'une Baleine. En supposant des nerfs de 10 à 15 mètres de long, les excitations motrices mettraient plusieurs secondes à les parcourir pour parvenir aux muscles. Un Crustacé, luttant dans ces conditions avec un animal supérieur de même taille et de même force, aurait un désavantage marqué et arriverait toujours trop tard à la parade ou à la riposte.

Autotomie ou mutilation défensive. — On peut dire que la fuite constitue la ressource habituelle du gibier que l'animal chasseur a découvert. Nous énumérerons, au cours de cet article, quelques-unes des ruses que les animaux chassés savent déployer à l'occasion pour échapper à la poursuite et gagner un abri protecteur.

Même lorsque les ruses ont été déjouées et que le carnassier chasseur a enfin saisi sa proie, il reste parfois à celle-ci dans ce danger mortel, une ressource suprême, c'est de casser à propos l'extrémité saisie par l'ennemi et de se libérer en faisant le sacrifice de la partie captive.

L'Orvet (Serpent de verre), le Lézard brisent leur queue, beaucoup de Crustacés, d'Insectes, d'Arachnides cassent leurs pattes, les Étoiles de mer perdent leurs bras avec la plus grande facilité dans des circonstances pareilles et sauvent ainsi leur vie en faisant le sacrifice d'un ou de plusieurs membres.

J'ai donné en 1882 le nom d'*Autotomie* à ce singulier moyen de défense, dont les exemples se multiplient depuis que l'attention des naturalistes a spécialement été attirée sur ce point.

Tout ceux qui ont manié des Crustacés vivants savent avec quelle facilité ces animaux perdent leurs pattes. Il suffit de saisir brusquement un Crabe (*Carcinus maenas* par exemple), par une de ses extrémités, en la pinçant, pour que celle-ci casse près de la base et vous reste entre les doigts. L'animal délivré par ce procédé original, profite de votre étonnement, et s'enfuit aussi vite que le lui permettent les pattes qui lui restent. Rattrapez-le, vous pourrez répéter l'expérience sur une seconde, une troisième patte et provoquer de cette façon sur le même Crabe, la rupture des dix pattes. Les formidables pinces des gros Crabes tourteaux, les fortes pattes des Lan-

goustes tomberont avec la même facilité que les membres grêles des Araignées de mer.

La cassure est circulaire et des plus nettes, elle siège au milieu du deuxième article à partir du corps, elle suit un sillon préformé, véritable endroit d'élection. Mais ce *locus minoris resistentiae* est encore fort solide et l'on ne peut dire que la cassure soit due en aucune façon à la fragilité exagérée de la patte. L'expérience directe prouve que, chez un Crabe mort ou dont le système nerveux est paralysé, les pattes sont fort résistantes, et supportent avant de se rompre, un effort de traction représentant jusqu'à cent fois le poids du corps entier de l'animal (3 à 5 kilogr. pour les pattes d'un petit *Carcinus maenas*).

La cassure est provoquée par un mouvement actif. Le Crabe rompt lui-même sa patte à l'endroit d'élection par une contraction énergique d'un muscle spécialement préposé à cet acte et dont le mode d'action a été parfaitement élucidé (le *m. long extenseur* du deuxième article).

Chose curieuse, l'autotomie est ordinairement un acte purement *réflexe*, dans lequel la volonté de l'animal n'a aucune part. Ainsi elle se produit encore après extirpation des ganglions cérébroïdes, qui sont les analogues de notre cerveau, ou sur des animaux anesthésiés. Un Crabe que l'on maintient prisonnier, en l'attachant simplement par une patte, s'épuisera en vains efforts pour se détacher, mais n'aura jamais l'idée de se délivrer en autotomisant le membre captif. Bien plus, si l'on pince ou écrase l'extrémité d'une autre patte que celle qui retient l'animal, le Crabe brisera, non cette dernière patte, ce qui le rendrait à la liberté, mais la patte mutilée, celle dont la perte ne lui est d'aucune utilité. L'absence d'intention intelligente est manifeste ici; nous avons affaire à un mécanisme nerveux préétabli, qui fonctionne en aveugle, à la façon des centres réflexes des animaux vertébrés. Le réflexe d'autotomie se produit chaque fois que le nerf mixte de la patte est excité par pincement, par écrasement ou par un autre agent vulnérant.

L'utilité du réflexe d'autotomie saute aux yeux. D'ailleurs le profit que le Crabe retire du sacrifice de sa patte est double: d'abord il échappe à un ennemi sérieux, puisque ce dernier avait entamé la coque dure de la patte, et atteint le nerf sensible. En outre, il n'est pas exposé à périr d'hémorragie:

la plaie d'autotomie ne saigne pas, elle est fermée par une membrane spéciale.

Ajoutons que le plus souvent la partie perdue par autotomie se régénère avec une assez grande rapidité. Il est facile de le constater pour la queue du Lézard, les pinces et les pattes des Crabes, les bras des Étoiles de mer, etc. Chez les Étoiles de mer, le bras arraché par autotomie peut même régénérer l'animal entier. L'autotomie devient reproductrice.

L'autotomie présente les mêmes caractères d'acte nerveux réflexe chez un grand nombre d'autres Crustacés, d'Insectes, d'Arachnides, de Myriopodes (pattes), chez les Lézards et l'Orvet (queue), chez quelques Mollusques (pied de Harpa, Doris, Helicarion, Solen), beaucoup de Vers, d'Annelides, d'Échinodermes (bras des Astéries), etc.

Ici non plus, la cassure n'est pas due à la fragilité exagérée de la partie caduque, comme aurait pu le faire croire la dénomination zoologique spécifique de *fragilis* appliquée à un certain nombre d'animaux pratiquant l'autotomie: *Ophiothrix fragilis*, *Anguis fragilis* (Orvet, Serpent de verre). La queue de l'Orvet mort n'est pas fragile du tout: il faut pour l'arracher exercer un effort de traction représentant 25 fois le poids de l'animal.

On peut rapprocher de l'autotomie, l'abandon par les Mollusques marins nus, *Aeolis*, *Tethys*, etc. de leurs papilles charnues dorsales, quand ils sont attaqués. L'ennemi se contente de ce fin morceau et laisse fuir le Mollusque. Dans des conditions analogues, les Holothuries rejettent leurs viscères ou les organes connus sous le nom de *tubes de Cuvier*. Le déficit est ultérieurement comblé par régénération.

Simulation de la mort. — Beaucoup d'Insectes, d'Arachnides, de Crustacés se laissent tomber ou se roulent en boule dès qu'on les touche et font le mort. Certains Mollusques utilisent pareillement la suppression de tout mouvement pour tromper leurs ennemis par la simulation de la mort.

III. Énergie acoustique. Son.

Voix. — La production de bruits ou de sons ayant une signification physiologique, s'observe chez beaucoup d'Insectes et chez la plupart des Vertébrés.

Les Insectes aériens font entendre en volant un bourdon-

nement dû aux battements de leurs ailes (Mouche domestique 330, Bourdon 246, Abeille 190, Guêpe 110 vibrations par seconde, selon Marey), bourdonnement qu'il ne faut pas confondre avec un second son plus élevé, la *voix* proprement dite, qui serait, suivant Landois et Burmeister, due aux vibrations de petites plaques membraneuses situées au niveau des stigmates.

Les Cigales font vibrer une espèce de peau de tambour tendue dorsalement entre l'abdomen et le thorax. La stridulation qui caractérise le mâle chez un grand nombre d'Insectes (Coléoptères, Fourmis, Notonectes, Acridiens, Locustiens, etc.) est produite par un mécanisme analogue à celui de la roue dentée de Savart: une saillie chitineuse râcle la surface dentée ou cannelée d'une membrane qui lui fait face, d'où production de sons extrêmement aigus (3000 à 4000 vibrations à la seconde chez le Grillon selon Kreidl et Regen). Chez les Sauterelles de prairie (Acridiens), la saillie chitineuse est représentée par une veine proéminente des élytres contre laquelle frotte une série de dents insérées sur la face aplatie des fémurs des pattes postérieures. Les grandes Sauterelles vertes (Locustiens) produisent la stridulation en frottant la bordure chitineuse encadrant une partie de l'élytre droite contre une saillie cannelée de l'élytre gauche. Les Grillons produisent également leur chant par frottement réciproque du bord de leurs ailes.

On n'est pas d'accord sur le mécanisme de production du cri du Papillon tête de mort (*Acherontia atropos*). Quelques autres Insectes font entendre des sons différents des précédents: tic-tac de l'horloge de la mort produit par les Coléoptères du genre *Anobium*.

On cite un petit nombre de poissons comme produisant des bruits ou des sons, par des mécanismes variés et peu étudiés jusqu'à présent.

Les Serpents, Lézards, Crocodiles, Batraciens et Mammifères produisent les sons plus ou moins musicaux qui constituent leur voix par les vibrations nées dans le larynx, partie modifiée de la trachée-artère. Les Batraciens et certains Mammifères peuvent présenter des poches de résonnance qui renforcent les sons produits dans le larynx.

Chez les Oiseaux, les sons se produisent, comme on sait, dans un organe particulier, le *syrinx* ou larynx inférieur, situé dans la poitrine, au niveau de la réunion des bronches avec la trachée.

Certains Vertébrés produisent des bruits par des mécanismes spéciaux. Citons le Serpent à sonnettes ou Crotalé, chez lequel le bruit de sonnettes provient du claquement des écailles de la queue.

Signification de la voix. — Chez la plupart des animaux, la voix joue un rôle important dans les relations sociales, familiales et sexuelles. Elle permet aux animaux de même espèce de s'appeler, de se reconnaître à distance, de se communiquer des messages. On a même prétendu dans ces derniers temps que le langage articulé ou symbolique n'était pas la caractéristique exclusive de l'espèce humaine, mais se rencontrait à l'état rudimentaire chez les Singes anthropomorphes et même chez le Chien.

La voix est souvent un moyen de défense: elle sert à effrayer, à démoraliser l'adversaire, parfois à attirer la proie à la façon des sirènes de l'antiquité.

IV. Énergie rayonnante. Lumière.

Production d'énergie lumineuse. — Un grand nombre d'animaux marins appartenant aux groupes zoologiques les plus divers (Bactéries, Rhizopodes, Cytoflagellées, notamment la fameuse *Noctiluca miliaris* à laquelle est due la phosphorescence de la mer du Nord, Méduses, Crustacés, Poissons, Anthozoaires, Vers, Tuniciers (*Pyrosoma*), Echinodermes, Mollusques, Crustacés, Poissons) jouissent de la propriété d'émettre de la lumière par une partie de leur surface. Parmi les animaux terrestres phosphorescents, on ne peut guère citer que quelques Myriopodes et d'assez nombreux Insectes, surtout Coléoptères: Vers luisants, *Lampyrus splendidula*, *Luciola italica*, et Elatérides tropicaux, *Pyrophorus noctilucus*.

Sur 1007 poissons des grandes profondeurs, 112 espèces, soit $\frac{1}{9}$ environ, sont munis de plaques phosphorescentes, tandis que la faune terrestre des cavernes ne comprend pas une seule espèce lumineuse.

Cette lumière donne un spectre continu. Elle varie un peu de ton (bleuâtre, verdâtre, blanche, etc.) suivant les animaux qui l'émettent.

Mode de production de la lumière. — La lumière émane d'organes spéciaux de structure glandulaire, dont les cellules fabriquent une substance photogénique particulière, non encore

isolée. C'est probablement la combinaison de cette substance photogénique avec l'oxygène, en présence de l'eau, qui est la condition *sine qua non* de l'émission de lumière. Les organes phosphorescents cessent de luire quand on les dessèche; mais la poudre desséchée reprend sa luminosité quand on l'humecte au contact de l'air.

Le dégagement de chaleur qui accompagne la luminescence est absolument insignifiant. Ainsi la lumière émise par les Elatérides tropicaux correspond à un dégagement de chaleur 400 fois plus petit que celui qui émanerait d'une flamme ayant même intensité lumineuse. Langley et Very, et Pfeffer ont fait remarquer que la *lumière froide* des animaux phosphorescents représente de loin la forme la plus économique d'éclairage que la nature nous offre.

R. Dubois a construit le premier des lampes à bactéries, c'est-à-dire des récipients de verre, remplis de cultures de *Bacterium phosphoreum*. Une salle de l'exposition de Paris en 1900 était éclairée, à titre de curiosité, au moyen de lampes de ce genre. On a proposé de les employer pour l'éclairage des magasins à poudre, pour remplacer la lampe des mineurs, etc. Malheureusement leur pouvoir éclairant est insignifiant: aussi faut-il de longs temps de pose quand on veut utiliser cette lumière pour la photographie.

Les Elatérides phosphorescents sont employés dans les pays chauds comme luminaires. Les dames en parent leurs cheveux à Cuba et au Brésil.

D'après Gadeau de Kerville, le Tisserin de l'Inde (*Ploceus baya*) placerait des élatérides lumineux à l'entrée de son nid, soit pour le retrouver plus facilement, soit pour effrayer les serpents.

Utilité oecologique de la phosphorescence. — Chez les animaux des grands fonds, la lumière émise par les organes phosphorescents sert sans aucun doute à suppléer à l'absence d'éclairage naturel. Sans elle, l'existence d'yeux, souvent énormes chez des êtres plongés dans une obscurité complète, serait un non sens. La phosphorescence leur sert à éclairer leur route et peut-être à attirer leur proie.

Certains poissons, notamment *Photoblepharon palpebratus*, ont annexé à leur lanterne un véritable réflecteur constitué par une couche de cristaux brillants (guanine?) et un obturateur formé par une espèce de paupière qui peut à volonté

masquer la lumière (Steche). Les organes phosphorescents des animaux de surface jouent sans doute le même rôle d'appât pendant la nuit. La luminescence cesse d'ailleurs pendant le jour. On sait que beaucoup d'animaux marins sont, comme les Papillons, attirés par la lumière (*phototropisme positif*). Les pêcheurs savent mettre à profit cette particularité en installant un fanal à l'avant de leur bateau. Les pêcheurs de l'archipel malais emploient précisément à cet effet les organes phosphorescents enlevés à certains poissons (*Anomalops*). Ces organes conservent leur luminosité pendant des heures après extirpation.

Chez d'autres êtres qui ne sont pas bons à manger ou qui sont défendus par des organes urticants ou d'autres armes empoisonnées, la luminescence joue sans doute le même rôle que les couleurs voyantes dites *prémonitoires*: elle sert à éloigner l'ennemi.

Chez beaucoup d'animaux, notamment chez les Insectes, la phosphorescence sert à favoriser la réunion des animaux de même espèce, notamment au rapprochement des sexes.

Chez d'autres êtres la phosphorescence est probablement une simple conséquence des réactions cataboliques dont l'organisme vivant est le siège, sans que ce dernier en tire un profit direct. On ne voit par exemple pas de quelle utilité elle peut être chez les bactéries lumineuses, ou chez les Crustacés copépodes aveugles (Giesbrecht).

Autres radiations. — Il y a quelques années, Blondlot, Charpentier et d'autres ont cru constater l'émission par les êtres vivants de rayons spéciaux. Ces fameux rayons N (rayons de Nancy), invisibles par eux-mêmes, étaient censés augmenter notablement l'éclat d'une source lumineuse très faible. Ces rayons paraissent n'avoir jamais existé que dans l'imagination de leurs inventeurs.

Ressemblance protectrice. Mimétisme. — L'absorption et la réflexion de la lumière solaire à la surface du corps des animaux présente une série de particularités du plus haut intérêt.

Mimétisme topique. Homochromie permanente. — En général les animaux qui habitent des milieux présentant une coloration uniforme sur une assez grande étendue, revêtent eux-mêmes la teinte du milieu dans lequel ils vivent. L'Ours blanc, le Renard bleu, le Lièvre polaire, la Poule de neige et les autres habitants des régions arctiques sont blancs, au moins en hiver.

La livrée couleur de neige qu'ils ont adoptée joue évidemment un rôle protecteur dans la lutte pour l'existence : elle permet à l'Ours et au Renard d'approcher leur proie sans être vus. Les animaux chassés ont également avantage à se confondre avec le tapis de neige sur lequel ils vivent. Ils ont ainsi plus de chances d'échapper à leurs ennemis.

Le Lion, le Chacal, le Chameau, la Gazelle ont la teinte gris fauve des sables brûlants de leur patrie. Cette *couleur du désert* est caractéristique pour toute la faune de l'Arabie et du Sahara.

Les animaux pélagiques sont transparents comme du cristal, ou plutôt comme l'eau de mer dans laquelle ils flottent et dont ils ne se distinguent en aucune façon.

Dans nos campagnes, les petits Mammifères qui habitent les champs labourés, Campagnols, Musaraignes, Belettes, Lièvres, ont également le pelage couleur de terre. Les tons verts au contraire sont fréquents chez les Insectes, les Reptiles, les Batraciens qui vivent dans l'herbe ou dans le feuillage, et contribuent certainement à protéger les animaux qui en sont revêtus.

Cette adaptation de l'être vivant au milieu qui l'entoure est un fait tellement banal, tellement évident, qu'il est superflu d'en multiplier les exemples.

La plupart des exceptions connues à cette loi de protection par la couleur ont été étudiées et expliquées d'une manière satisfaisante. On a montré par exemple que beaucoup d'animaux revêtus de livrées voyantes, et qui semblaient devoir attirer les regards, étaient cependant protégés efficacement contre la dent ennemie par le goût répugnant de leur chair ou par l'odeur nauséabonde qu'ils répandent (la Mouffette par exemple). Comme Wallace et Bates l'ont fait observer, la plupart des animaux rendus très évidents par leur couleur, ne sont pas bons à manger et ont plutôt intérêt à se faire reconnaître de loin (*couleur prémonitoire*) et à ne pas être confondus avec des espèces comestibles.

Mimétisme spécial. — La ressemblance que présente certains animaux avec des objets déterminés de leur entourage s'étend fréquemment aux détails de la livrée et à la conformation extérieure toute entière : Papillons de nuit ressemblant à des fragments d'écorce, Papillons de jour simulant des feuilles desséchées, Orthoptères, chenilles se confondant avec des

tiges de graminées, ou des rameaux flétris, Sauterelles prises pour des fragments pierreux, *Phyllium siccifolium* de Java ayant la couleur et la forme des feuilles de goyavier, etc. etc. Les exemples de ce singulier moyen de protection se comptent par centaines. La liste s'en allonge chaque jour.

Homochromie, Mimétisme topique variable. — Certains animaux ont perfectionnés le procédé de l'homochromie. Ils changent de teinte en même temps que change la coloration du milieu dans lequel ils vivent. L'Hermine et beaucoup d'animaux de Sibérie, le Lièvre polaire, le Lagopède des neiges ne sont blancs qu'en hiver. Au printemps, les poils blancs tombent et sont remplacés par une fourrure couleur de terre. Le changement se fait ici graduellement et prend plusieurs semaines pour se compléter.

Un grand nombre d'animaux, Poissons, Reptiles, Batraciens, Crustacés, Mollusques, présentent la même propriété développée à un degré étonnant: ils accommodent, pour ainsi dire à chaque instant, leur propre couleur à celle du milieu coloré dans lequel ils vivent. L'exemple le plus anciennement connu est celui du Caméléon. Les variations de cet animal multicolore en ont fait le symbole de l'inconstance politique.

C'est principalement par l'expansion et le retrait alternatif des *chromatophores* que ces changements de coloration se produisent. Les chromatophores sont de petites poches remplies d'une matière colorante plus ou moins foncée, noire, brune, jaune, etc., situées dans l'épaisseur de la peau. Tantôt ces poches sont rétractées en boules sur elles-mêmes: elles sont dans ce cas à peine visibles. C'est la phase de coloration claire de la peau. Tantôt les chromatophores s'étendent en plaque mince, étalée sur une assez grande surface: c'est la phase de coloration foncée. Ces changements de coloration s'effectuent par l'intermédiaire du système nerveux grâce à un mécanisme réflexe qui a pour point de départ l'action de la lumière colorée sur l'œil de l'animal.

Chromatophores et poches du noir des Mollusques céphalopodes. — Le Poulpe, la Seiche, la Sépiole possèdent un réservoir d'encre, la poche du noir, qu'ils peuvent à volonté vider au dehors, quand ils sont attaqués ou poursuivis. Cette encre, la sépia, est un liquide extrêmement foncé, formant dans l'eau un véritable nuage, suffisamment étendu pour masquer en entier l'animal qui l'a émis, et le soustraire à ses ennemis. La Sépiole

combine le jeu des chromatophores avec l'expulsion de l'encre d'une façon originale. Les Sépioles sont en général de couleur claire, quand elles nagent sur des fonds sableux en plein soleil. Vient-on à les poursuivre, elles lancent leur encre sous forme d'un petit nuage noir qui reste suspendu dans l'eau sans se délayer. Avant de lancer l'encre, elles changent brusquement de couleur, deviennent presque noires pendant un temps fort court, puis reprennent immédiatement leur teinte claire, après avoir abandonné derrière elles leur nuage d'encre qui a à peu près les dimensions de leur corps. Celui qui assiste pour la première fois à cette petite scène, pourra se laisser prendre à leur stratagème, lâchera la proie pour l'ombre et saisira vivement le flocon d'encre, alors que la Sépiole est déjà loin.

Certains Siphonophores (Agalmidés, Forskalidés) et quelques Mollusques nus rejettent au moindre contact un nuage de liquide rouge ou jaune, rendant l'eau opaque.

Mimétisme proprement dit. Mimicry. Imitation d'un animal par un autre. — La ressemblance étonnante que certaines espèces de grosses Mouches ou Diptères (Volucelles) présentent avec les Bourdons (qui appartiennent à un autre ordre d'insectes, celui des Hyménoptères) permet aux premières de pénétrer dans le nid des Bourdons et d'y déposer leurs œufs, à la façon des Coucous, sans attirer l'attention des légitimes propriétaires. L'intruse est si bien déguisée qu'elle est prise par les Bourdons affairés, pour un membre de la communauté. Les larves qui naissent de ces œufs introduits en fraude, consomment le miel et les provisions que les industriels Bourdons destinaient à leur propre progéniture. Chaque espèce de Bourdon est ainsi exploitée par une espèce de Volucelle qui a exactement la livrée de l'espèce de Bourdon à laquelle elle s'attaque et dont ses larves pillent les provisions.

Les Insectes à aiguillon, Abeilles, Guêpes, Frelons, sont en général reconnus de loin et inspirent un salutaire respect aux animaux insectivores, qui refusent d'y toucher. La livrée et les allures des Guêpes et des Abeilles sont copiées, avec plus ou moins d'exactitude, par un grand nombre d'insectes appartenant aux ordres des Hyménoptères, des Diptères, des Lépidoptères et des Coléoptères. Ainsi des Papillons absolument inoffensifs du genre *Sesia* ont la forme, la couleur et les allures des Guêpes et bénéficient sans aucun doute de la terreur que ces Hyménoptères porte-aiguillon inspirent à leurs ennemis.

Les grosses mouches brunes (*Eristalis tenax*) qui butinent en grand nombre pendant toute la belle saison sur les fleurs du moindre jardinet, à la façon des Abeilles, ont tant de ressemblance extérieure avec ces dernières, qu'un naturaliste lui-même ne les saisira qu'avec précaution, de crainte d'être piqué. Virgile s'y est trompé. Les fameuses Abeilles d'Aristée n'étaient que de vulgaires *Eristalis*. Cependant l'*Eristalis* n'a pas d'aiguillon : la ressemblance avec l'Abeille est d'ailleurs toute superficielle : l'*Eristalis* en sa qualité de vraie mouche ou Diptère, n'a que deux ailes, tandis que l'Abeille et les Hyménoptères en général en ont quatre. De même, les Serpents vénéreux sont copiés par des Couleuvres inoffensives. Le bénéfice est le même que pour l'imitation des Abeilles et des Guêpes.

Comme on le voit, un certain nombre d'êtres en apparence peu favorisés de la nature, paient d'audace en faisant croire à l'existence d'armes cachées : tel un faux brigand dont la rapière ou le poignard serait représenté par un simple simulacre, une poignée sans lame. Beaucoup cherchent à effrayer l'ennemi en prenant eux-mêmes une attitude menaçante. On les voit hérissier plumes ou poil, ouvrir la gueule, grincer des dents, mettre en évidence griffes et bec. Le Poulpe, lorsqu'il est attaqué, change de couleur et se couvre de papilles saillantes : en même temps ses bras battent l'eau. Plus d'un reptile inoffensif se dresse en sifflant et en dardant la langue et met en fuite les personnes peu ferrées sur l'erpétologie.

Les cornes des chenilles inermes simulent des armes redoutables : il en est de même des pointes et des épines qui ornent la carapace de certains Coléoptères lamellicornes et des filaments rouges que les chenilles des Harpya font sortir lorsqu'on les inquiète. Les Papillons crépusculaires du genre *Sphinx* doivent leur nom précisément à l'attitude habituelle de leur chenille, attitude plus ou moins forcée, rappelant celle d'un Reptile ou d'un animal qui se prépare au combat. La Seiche, quand on l'inquiète, fait apparaître deux taches noires circulaires sur la surface dorsale de son corps. Ces taches simulent les deux yeux d'un animal fantastique beaucoup plus gros.

La vision, c'est-à-dire l'utilisation des radiations lumineuses par l'œil, semble jouer le principal rôle dans la faculté d'orientation du Pigeon voyageur.

V. Énergie calorifique. Chaleur.

Animaux poikilothermes et homéothermes. — « Les êtres vivants sont des corps combustibles qui brûlent et se consomment » a dit Lavoisier. En effet, les manifestations de la vie animale ont pour base des phénomènes chimiques dont l'immense majorité appartient à la catégorie des réactions *exothermiques*, c'est-à-dire qu'ils s'accompagnent de mise en liberté d'énergie. Cette énergie apparaît surtout sous forme de *chaleur*.

Chez les animaux à sang froid ou à température variable (*poikilothermes*), la chaleur mise en liberté par les phénomènes vitaux est peu importante. Aussi leur température propre ne dépasse que de fort peu la température du milieu ambiant. Ils sont engourdis en hiver et ne retrouvent toute leur activité qu'en été ou au printemps.

Par contre chez les animaux à sang chaud ou à température constante (*homéothermes*), les réactions chimiques vitales atteignent une intensité énorme. Ces animaux (Mammifères et Oiseaux) fabriquent dans leur intérieur une quantité de chaleur suffisante pour maintenir leur température propre à un niveau très supérieur à celui du milieu dans lequel ils vivent. De plus, il se fait chez eux un balancement exact entre la thermogénèse et les pertes de chaleur, qui aboutit à une constance presque complète de leur température propre. Chaque animal à sang chaud est comme une étuve réglée pour une température déterminée et constante : 37° chez l'homme et certains Singes, 39° chez la plupart des autres Mammifères, 41° à 42° chez les Oiseaux, environ 30° chez les Monotrèmes (Ornithorhynque, Echidné).

Avantages de l'homéothermie. — Les animaux à sang chaud créent ainsi autour de leur organes un printemps perpétuel. Leurs centres nerveux, leurs nerfs, leurs muscles sont toujours prêts à fonctionner au maximum de leur utilisation possible. La constance de leur température interne soustrait leurs organes aux vicissitudes thermiques du milieu extérieur et constitue un élément important de suprématie dans la lutte pour l'existence.

On peut observer aussi que la température élevée de certains animaux homéothermes, les Oiseaux par exemple, les met à l'abri de maladies infectieuses dont le microbe ne sup-

porte pas ce degré de chaleur. Ainsi s'explique l'immunité naturelle des Oiseaux en général, des Poules en particulier, vis-à-vis de l'infection charbonneuse, le *Bacillus anthracis* ne pouvant vivre au dessus de 40°.

Régulation de la température chez les homéothermes. — Comment l'animal à sang chaud va-t-il combattre en hiver l'action du froid extérieur et empêcher l'abaissement de sa température interne ? Evidemment, soit en exagérant à l'intérieur de ses tissus la production de chaleur par activation des combustions organiques, soit en diminuant à la surface du corps les pertes de chaleur par rayonnement et par contact. En pratique, l'animal à sang chaud a recours en même temps aux deux procédés. Ceci demande quelques mots d'explication :

A première vue, il peut sembler paradoxal que le froid ait pour effet d'augmenter une combustion. Tout chimiste sait que le froid diminue l'intensité des phénomènes chimiques exothermiques, que la chaleur les accélère. La chaleur devrait donc, semble-t-il, augmenter les phénomènes chimiques qui sont la base de la thermogénèse. On pourrait s'attendre à voir l'excès de chaleur produite ainsi agir dans le même sens, d'où nouvelle augmentation de la thermogénèse et ainsi de suite, sans qu'on aperçoive de raison pour s'arrêter dans ce cercle vicieux. De même le froid, diminuant la source de la chaleur animale, semblerait, par un mécanisme analogue, devoir abaisser progressivement et indéfiniment le niveau de la température propre.

Il en serait ainsi, si l'animal à sang chaud était un simple objet physique, uniquement exposé à l'action directe du froid et du chaud extérieurs. Mais le système nerveux de l'animal à sang chaud entre ici en jeu, pour provoquer par *voie réflexe*, principalement dans les muscles, une augmentation des combustions interstitielles. Le froid excite les terminaisons des nerfs sensibles de la peau ; l'excitation se transmet par les nerfs centripètes aux centres nerveux calorifiques, qui se confondent avec les centres moteurs des muscles ; et c'est là le point de départ du réflexe. Cette action du froid sur la peau et le réflexe de thermogénèse musculaire qui en est la conséquence, se traduit par une sensation particulière de raideur ou de tension dans les muscles, qui peut aller jusqu'à production de *frisson* ou de trémulation musculaire. On tremble de froid.

Le système nerveux intervient également pour diminuer les pertes de chaleur par resserrement des vaisseaux cutanés

(vaso-constriction) sous l'influence du froid, pour augmenter ces pertes par rayonnement et par évaporation sudorale (vaso-dilatation, excitation nerveuse de la sudation cutanée) quand l'organisme est menacé d'une augmentation de température.

Loi de van't Hoff. — Nous admettons que les phénomènes de la vie ont pour base des réactions chimiques exothermiques. Mais dans ce cas nous devons nous attendre à en voir au moins quelques-uns être influencés directement par la température dans la mesure indiquée par la loi de van't Hoff, en vertu de laquelle la vitesse des réactions chimiques augmente du double ou du triple pour une élévation de température de 10°. Snyder et Kanitz ont vérifié qu'un certain nombre de phénomènes physiologiques suivaient la règle de van't Hoff : citons la fréquence des battements du cœur isolé de la grenouille, la production de CO² chez beaucoup d'animaux à sang froid, les mouvements rythmés de l'œsophage et de l'intestin, etc. Tous ces phénomènes augmentent du simple au double entre 15° et 25° ou entre 25° et 35°. C'est une confirmation qu'il s'agit bien de phénomènes de nature essentiellement chimiques.

VI. Énergie électrique.

Organes électriques. — Toute manifestation d'activité des tissus vivants, muscles, nerfs, glandes, etc., est accompagnée d'un dégagement d'électricité. La portion excitée devient momentanément le siège d'une tension électrique négative. Une partie de l'énergie mise en liberté au moment de l'excitation apparaît donc sous forme d'électricité. Dans les muscles, cette partie de l'énergie est insignifiante si on la compare aux quantités considérables d'énergie mécanique et d'énergie calorifique développées en même temps. Il ne semble pas que les courants électriques qui accompagnent le fonctionnement de nos organes jouent un rôle quelconque de protection dans la lutte pour l'existence.

Mais chez un petit nombre de Poissons, tant d'eau douce (*Gymnotus electricus* des eaux douces de l'Afrique tropicale et plusieurs Poissons du Nil et de quelques fleuves américains, *Malapterurus electricus*, *Mormirus electricus*, *Gymnarcus niloticus*) que d'eau de mer (*Torpilles* 20 espèces, *Raies* 35 espèces), certains muscles embryonnaires se transforment en

organes dits *électriques*. Quand ces organes électriques sont excités par l'intermédiaire de leurs nerfs, ils sont, comme les muscles dont ils dérivent, le siège d'une explosion d'énergie; mais cette énergie prend la forme d'énergie électrique, dont la tension peut atteindre plusieurs centaines de volts. L'organe électrique ne paraît pas s'échauffer pendant la décharge et n'est pas non plus le siège de phénomènes mécaniques.

Les Poissons électriques ont ainsi à leur disposition un agent plus redoutable que les armes matérielles. Ils commandent à la foudre et paralysent leur proie à distance par une violente secousse électrique. Tout le monde a lu la pittoresque description que de Humboldt a donnée, dans son *Cosmos*, du combat des chevaux sauvages et des Gymnotes électriques dans les marais de Calabozo. Sachs qui fut envoyé en 1879 par l'Académie de Berlin dans l'Amérique tropicale, pour étudier sur place les Gymnotes de Calabozo, affirme que jamais on n'y a pêché de Gymnotes au moyen de chevaux et que la description de Humboldt est une pure fiction.

L'organe électrique n'est qu'un muscle transformé, dans lequel la contraction est remplacée par la décharge électrique. Aussi ne devons nous pas nous étonner que cette décharge électrique obéisse en général aux mêmes lois que les contractions musculaires.

Les Poissons électriques montrent une immunité relative des plus remarquables vis-à-vis de leur propre décharge. Ils montrent la même immunité vis-à-vis de courants électriques suffisants pour tuer ou étourdir de petits poissons placés à côté d'eux dans le même récipient. Cette immunité relative s'explique par une excitabilité moindre des éléments nerveux, dont les dimensions sont énormes.

B. MOYENS CHIMIQUES DE DÉFENSE.

I. Substances agissant sur l'odorat ou le goût.

C'est très probablement par la structure ou la fonction chimiques que certaines substances impressionnent notre odorat ou notre goût. Le goût dit *acide* est si intimement lié à la présence d'hydrogène acide dans la molécule, que le même mot « acide » sert à désigner la fonction chimique et l'action gustative.

Les odeurs jouent un rôle important dans les relations sociales, familiales et sexuelles des animaux. C'est principalement par l'odeur que les Fourmis, les Abeilles et en général les animaux sociaux appartenant à une même communauté, se reconnaissent.

Les Fourmis d'une même fourmilière vivent en bonne harmonie les unes avec les autres, mais traitent en ennemies les étrangères appartenant à une autre colonie. L'organe de perception de ces odeurs spécifiques est situé d'après Adèle M. Fielde au niveau des 5^e et 6^e segments des antennes. Les Fourmis privées d'antennes ne montrent plus d'hostilité vis-à-vis des étrangères. Il en est de même si l'on a enlevé à ces étrangères leur odeur propre, par des lavages à l'alcool et à l'éther, et surtout si on les a barbouillées de jus de fourmis écrasées, de manière à les imprégner de l'odeur familiale spécifique.

C'est par l'odorat que les femelles des Papillons de nuit attirent les mâles à des distances souvent énormes. Les collectionneurs d'Insectes savent mettre à profit cette particularité. Une seule femelle de Sphinx demi-paon (*Smerinthus ocellatus*) exposée à la fenêtre dans une boîte recouverte de tulle, permit à Weissmann de capturer en l'espace de 8 jours 42 mâles de la même espèce. Fabre a montré que c'est également par les antennes que les mâles des Bombycides perçoivent l'odeur des femelles.

Dans d'autres cas, l'odeur ou le goût repoussants servent de protection vis-à-vis des ennemis éventuels, par le dégoût qu'ils inspirent. La Mouffette ou *Mephitis*, petit Mammifère américain, se défend en lançant sur l'agresseur le produit de ses glandes anales, produit à odeur extrêmement repoussante (combinaison de Mercaptan). Les *Mephitis* se fient tellement à ce moyen de défense, qu'ils ont, paraît-il, perdu l'habitude de fuir, ils attendent tranquillement l'attaque, sûrs du dégoût qu'ils inspirent.

Le Coléoptère connu sous le nom de Canonnier (*Brachinus expulso*), lorsqu'il s'est serré de trop près par quelque Insecte chasseur, lance à la tête de l'assaillant le contenu gazeux de son intestin terminal, et arrive à s'esquiver, en profitant de l'émoi causé par cette explosion dans le goût rabelaisien. La sécrétion anale d'autres Coléoptères carabiques contient de l'acide butyrique.

Bon nombre d'Insectes sont dédaignés par les oiseaux et

les animaux insectivores en général, à cause de leur odeur fétide ou de leur goût déplaisant. C'est le cas pour les Héliconides du Brésil. La protection très efficace que ces Papillons retirent de la sécrétion fétide qu'ils émettent, s'étend aux Leptalides, espèces non fétides, imitant par mimétisme les Héliconides.

Au reste, il n'est pas toujours possible de décider si une sécrétion qui nous paraît fétide, est utilisée comme moyen d'attraction sur les individus de même espèce, ou comme moyen de répulsion vis-à-vis des ennemis. Une odeur qui nous dégoûte peut parfaitement provoquer des sensations agréables chez d'autres animaux.

Le Chien de chasse suit la piste du gibier en flairant les particules odorantes abandonnées par ce dernier. C'est également par l'odorat que les Fourmis retrouvent au retour le chemin qu'elles ont suivi une première fois.

Certains animaux fabriquent des liquides sucrés, de goût agréable. Beaucoup d'hôtes des Fourmis ou des Termites sont élevés en captivité et soignés en vue de l'espèce de lait sucré qu'ils produisent par certaines glandes cutanées. Les vacheries de pucerons des Fourmis sont connues depuis Linné.

II. Poisons.

Un certain nombre d'animaux contiennent des substances vénéneuses, à goût désagréable ou à action irritante locale: Cantharides (acide cantharidique), Chenilles processionnaires, Poissons japonais des genres *Tetrodon*, *Triodon* et *Diodon* (poison fugu=acide tétrodonique et tétrodonine neutre, d'après Tahara). Deux Myriopodes se défendent au moyen d'acide cyanhydrique.

Saignée réflexe chez les Insectes vésicants (*Lytta*, *Meloe*, etc.). C'est le sang lui-même chargé de *cantharidine*, qui au moindre attouchement, sort par les articulations fémoro-tibiales des pattes (Cuénot).

III. Substances corrosives, exerçant leur action sur les nerfs douloureux de la peau.

L'acide formique paraît assez répandu dans les sécrétions défensives des Insectes. Les Fourmis en aspergent leurs ennemis. Il est présent dans le venin des Abeilles et des Guêpes,

qui contient aussi des toxines. La larve de *Dicranura vinula* secrète un liquide qui contient jusque 40 % d'acide lactique, suivant Poulton, liquide qu'elle lance à une grande distance quand on la moleste.

Dolium galea, gros Gastéropode de la Méditerranée, secrète une salive corrosive contenant 2 à 4 % d'acide sulfurique, tandis que d'autres Gastéropodes du même groupe (*Tritonium nodosum*, etc.) ont une salive riche en acide aspartique.

Un grand nombre de venins ou de poisons animaux (thallassine et congestine des organes urticants des Actinies, poison des pédicellaires des Oursins, cantharidine des Insectes, venins des Vipères, Vive, Scolopendres, Abeilles, Guêpes, Araignées, Scorpions) sont capables de provoquer au lieu de leur application une irritation locale souvent fort douloureuse.

IV. Venins.

La protection chimique la plus efficace est réalisée par les poisons spéciaux ou toxines des animaux venimeux. Ces poisons fabriqués dans des glandes venimeuses et parfois conservés dans des réservoirs provisoires, sont ordinairement inoculés par piqure ou morsure dans les tissus de la victime, soit au moyen de lancette ou d'épines pleines (lame tranchante de la Vive, épines de plusieurs Poissons), soit, ce qui est le cas le plus fréquent, au moyen de pointes creuses, rappelant le mécanisme de l'aiguille de la seringue de Pravaz: dard du Scorpion, crochets des Scolopendres et des Araignées, aiguillon de l'Abeille et de la Guêpe, dents creuses des Vipères et Crotales, dents cannelées du Cobra, de l'Aspic de Cléopâtre et de l'*Heloderma*, ergot de l'*Ornithorhynque*, etc.

Les toxines auxquelles les venins doivent leur activité sont des substances très toxiques, non cristallisables, de constitution inconnue, peu diffusibles, précipitables par les sels des métaux pesants, se laissant entraîner de leurs solutions par les précipités inertes, par la saturation au moyen des sels neutres, notamment du sulfate ammonique.

L'oxygène et les agents d'oxydation les détruisent rapidement; elles sont également attaquées par les sucs digestifs, ce qui explique l'innocuité relative des venins introduits par la bouche. *Non gustu sed in vulnere nocent*. Les toxines sont très sensibles à l'action destructive de la lumière et de la cha-

leur. Une chaleur modérée supprime leurs propriétés toxiques, mais n'empêche pas la formation d'anticorps chez l'animal auquel on les administre.

On a cru longtemps à la nature albuminoïde des toxines. Suivant Faust, la Neurotoxine du venin de Cobra devrait son activité à une substance non azotée de la formule $C^{17}H^{26}O^{10}$, l'*Ophiotoxine*.

Les venins naturels contiennent ordinairement plusieurs espèces de toxines, les unes (*neurotoxines*) s'attaquent aux éléments du système nerveux, les autres dissolvent les globules rouges (*hemolysines*) ou détruisent les cellules vivantes (*cytolysines*), notamment l'endothélium vasculaire (*hémorragines*). D'autres ont une action agglutinante sur les globules rouges, ou agissent comme agents coagulants ou anticoagulants, etc.

Les toxines sont des poisons extraordinairement actifs. Quelques milligrammes de venin de Cobra sec suffisent pour tuer un homme. Un centigramme constitue la dose mortelle pour le Cheval (Calmette).

Immunité naturelle. — Comme on pouvait s'y attendre, les animaux venimeux sont peu sensibles à l'action de leur propre venin et en supportent sans inconvénient des doses qui seraient promptement mortelles pour d'autres animaux de même poids.

La même immunité se rencontre chez les animaux chasseurs qui font des animaux venimeux leur nourriture habituelle, ou qui par leur manière de vivre sont fréquemment exposés aux piqures ou aux blessures venimeuses. Ainsi *Herpestes Ichneumon* est réfractaire au venin de Cobra, le Hérisson montre une certaine immunité vis-à-vis du venin de Vipère. L'immunité est spécifique, c'est-à-dire qu'elle ne s'étend pas à toute espèce de venin en général, mais à une espèce nettement déterminée de venin. La Vipère résiste très bien à l'action de son propre venin : mais elle est très sensible au venin de Cobra (Phisalix).

Dans beaucoup de cas, l'immunité naturelle s'explique par la présence constatée dans le sang d'une certaine quantité d'antitoxine. Cette antitoxine s'est évidemment développée par un mécanisme analogue à celui de l'immunité acquise dont il va être question.

Prétendu suicide du Scorpion. — En Espagne, les enfants qui ont réussi à s'emparer d'un Scorpion vivant, se font un

jeu barbare de le placer au centre d'un cercle de charbons ardents, pour jouir du spectacle de ses souffrances et de ses contorsions. C'est une croyance très répandue, que le Scorpion, après avoir vainement cherché à franchir le cercle enflammé qui l'étreint, se perce lui-même de son dard dans un accès de désespoir et se suicide pour échapper aux tortures du feu. Bourne et d'autres ont montré qu'il s'agit d'une légende sans aucun fondement. En supposant que le Scorpion, violemment excité et brandissant son dard dans toutes les directions, puisse, dans son affollement, se blesser lui-même, ces blessures n'offriraient pour lui qu'un assez faible danger d'empoisonnement. Le Scorpion, comme les animaux venimeux en général, est relativement réfractaire à l'action de son propre venin. Bourne a pu injecter à un Scorpion des doses considérables de poison prises sur le Scorpion lui-même, ou provenant d'animaux de même espèce, sans l'incommoder notablement.

On a prétendu que le Serpent à sonnettes ou Crotale de l'Amérique septentrionale, placé comme le Scorpion dans une situation désespérée, se suicidait également en s'enfonçant dans le corps ses crochets empoisonnés. Holden et Wood ont démontré l'inexactitude de cette assertion.

Immunité acquise. — On assure que les charmeurs de serpents (Psyilles de l'Inde, Marsi d'Italie) supportent sans inconvénient la morsure des Serpents venimeux. Il est probable que cette immunité, en la supposant réelle, a été développée graduellement par des inoculations répétées de doses non mortelles de venin. C'est le procédé classique que nous employons pour développer, chez un animal donné, l'immunité la plus complète vis-à-vis d'une espèce déterminée de toxine. En prolongeant pendant des mois des injections bihebdomadaires de quantités croissantes de venin de Cobra chez le Cheval, Calmette a pu, chez ces animaux, pousser l'immunisation au point que les Chevaux ainsi *vaccinés* supportaient, sans réaction, l'injection en une fois de 2 grammes de venin de Cobra, c'est-à-dire deux cents fois la dose mortelle.

L'injection d'une petite quantité de toxine ou de venin agit comme *antigène*, c'est-à-dire provoque chez l'animal injecté une réaction de défense qui consiste dans l'élaboration d'une substance nouvelle spécifique, d'une *antitoxine*. L'antitoxine ainsi formée jouit de la propriété de rendre la toxine inoffensive: les deux substances forment sans doute entre elles une

combinaison additionnelle inoffensive. C'est sur la formation d'antitoxine chez le Cheval après injections répétées de toxine qu'est basée la préparation des *sérums antivenimeux*. En effet, le sang de l'animal vacciné, sang riche en antitoxine, peut servir de remède curatif ou préventif contre l'action de la toxine.

La formation de l'antitoxine s'explique d'une façon plausible dans la théorie des chaînes latérales d'Ehrlich. La place nous manque malheureusement pour développer ici cette théorie. Ajoutons qu'une foule de substances étrangères, notamment les matières protéiques, empruntées à d'autres animaux, introduites dans notre organisme, y provoquent une réaction de défense analogue à celle des toxines. Elles agissent comme *antigènes* et font apparaître dans le sang des substances nouvelles, des *anticorps*, formant avec la matière étrangère des précipités ou des combinaisons inoffensives.

Liège, Université.

LÉON FREDERICQ

L'EVOLUZIONE DEL RAGIONAMENTO

PARTE PRIMA.

Dal ragionamento concreto a quello astratto.

Nel nostro studio precedente *Che cos'è il ragionamento?* abbiamo visto che per scoprire la « natura » di questo fenomeno psichico d'ordine superiore — cioè a dire, onde mettere in evidenza i fenomeni psicologici elementari dai quali esso risulta composto — ci occorreva, se pur sempre valerci degli esempi più semplici possibili, studiarlo tuttavia dapprima proprio nell'uomo. Giacchè in tal caso potevamo investigarlo quale esso si manifesta alla introspezione di noi stessi o nella parola dei nostri simili, e quindi seguirlo in tutte le sue diverse fasi successive; mentre, ove per seguire il metodo « filogenetico » avessimo voluto studiarlo fino dal principio negli animali, partendoci dai più inferiori per poi risalire ai più elevati della scala zoologica, non avremmo potuto esaminarlo che nel comportamento esterno di essi, e quindi non già fase per fase mentre esso avviene, bensì solo quando, in quanto fenomeno psichico interno, è già un fatto compiuto, e quindi non più suscettibile di analisi alcuna. Aggiungevamo però che, una volta che con lo studio delle sue manifestazioni in noi stessi e nei nostri simili ne avessimo scoperto la vera natura, avremmo potuto, allora sì, ricercarne le non dubbie manifestazioni anche negli animali, e procedere nel tempo stesso allo studio della sua evoluzione. E questo è appunto il compito dello scritto attuale.

Quanto al risultato delle nostre ricerche svolte nel nostro studio precedente, esso fu, giova rammentarlo, che il ragio-

namento, quale si può osservarlo in noi stessi o nei nostri simili, non è altro, in sostanza, che un seguito o una combinazione di operazioni od esperienze semplicemente immaginate, che pone l'individuo in quello stato stesso di « constatazione » mentale, nel quale esso finirebbe col trovarsi se queste operazioni od esperienze fossero state invece effettivamente eseguite, e in base al quale esso determina la propria condotta. Dovremo perciò ora qui esaminare, per prima cosa, se il comportamento degli animali, quale si manifesta in seguito a date circostanze, ci autorizza a ritenere che anch'esso sia dovuto ad un processo di « constatazione » consimile, prodottosi per cause interne anzichè per circostanze esterne effettivamente avvenute.

I.

Jennings racconta che tormentando un infusorio *Stentor*, fissato per mezzo del suo peduncolo al fondo dell'acquario, con un getto insistente di polvere di carminio, l'animaletto si piegò dapprima da una banda come per scansare il disturbo. Questa reazione scansante, « *avoiding reaction* », fu ripetuta una o più volte; ma non riuscendo l'animaletto a liberarsi in tal modo dalla nuvola di grani di carminio diffusasi tutta all'intorno, esso mutò reazione rovesciando il movimento delle cilia del peristoma, in guisa da cacciare l'acqua inquinata via dal disco e dall'imbuto boccale. Questo durò solo un istante, dopo di che venne ripreso il movimento ciliare solito di richiamo dell'acqua. I grani di carminio continuando però, con tale ripresa del movimento ciliare ordinario, a molestare l'animale, il rovesciamento della corrente fu ripetuto due o tre volte con successione rapida. Ma anche questi ripetuti tentativi non riuscendo ancora a liberare dal disturbo il piccolo organismo, la prossima reazione di quest'ultimo fu di ritrarsi tutto entro il suo tubo di muco. In questo modo il nostro infusorio pervenne a liberarsi dal disturbo, ma al prezzo di sospendere ogni sua attività e di perdere così l'opportunità di procurarsi il cibo. Perciò l'animaletto non rimase nel tubo che mezzo minuto circa, dopo di che si protrasse di nuovo fuori del tubo riprendendo il suo movimento ciliare solito. Orbene, allorchè il carminio riprese in seguito a ciò a tormentarlo come prima, l'animaletto non ripetè i due tentativi

inutili di dianzi, cioè di piegarsi da parte e poi di rovesciare la corrente, ma si ritrasse senz'altro di nuovo nel tubo. Anzi, ripetuta parecchie volte anche questa terza reazione di contrarsi nel tubo, e sempre inutilmente, l'animaletto finì col rinunciare a protendersi di nuovo e, staccatosi con forti scosse dal fondo, abbandonò senz'altro il suo tubo e se ne nuotò via in cerca di altro sito.¹

Sebbene trattandosi di organismi così bassi nella scala zoologica la prudenza nell'interpretare le cause di un qualsiasi loro comportamento non possa mai essere troppa, tuttavia non ci sembra eccessivamente azzardato il supporre che il ripetersi dell'azione molesta del carminio, al primo riuscir fuori dell'animaletto dal tubo, debba avere provocato in lui la stessa tendenza a rieseguire i due tentativi della prima volta di scansamento e poi di rovesciamento della corrente, ma che questo duplice comportamento, col solo prodursi appena « allo stato nascente », — col solo venire « immaginato », si direbbe, se si trattasse d'un animale superiore, — debba, per la proprietà mnemonica fondamentale di tutta la sostanza vivente, e quindi per pure cause interne, avere provocato nell'organismo lo stesso mantenimento dello stato di malessere fisiologico, la stessa « constatazione » penosa del perdurare del disturbo, che venne provocata la prima volta dall'ambiente esterno all'occasione dei due tentativi effettivamente eseguiti e andati falliti. Da ciò il comportamento dell'animale, il ritrarsi di nuovo senz'altro nel tubo, uguale a quello che sarebbe stato se questi due tentativi fossero stati anche questa volta effettivamente eseguiti e l'animale avesse effettivamente constatato il loro insuccesso.

La stessa interpretazione vale pel nuovo cambiamento di condotta, quando, dopo avere provato e riprovato più volte a riuscire fuori dal tubo e avere sempre constatato il perdurare dell'azione disturbatrice, l'animale rinuncia a riuscire fuori di nuovo e abbandona senz'altro il tubo.

Se dunque tale interpretazione è giusta, possiamo dire che il processo fisiologico prodottosi nel piccolo infusorio e che l'ha condotto a « profittare dell'esperienza » contiene già in germe tutti gli elementi fondamentali di quel processo fisio-

¹ H. S. JENNINGS, *Behavior of the lower Organisms*, Columbia University Press, New York, 1906, pag. 174-175.

psicologico che negli animali superiori e nell'uomo costituirà appunto il ragionamento.¹

Ma se dubbia è, e naturalmente non può non esserlo, tale prova che gli elementi fondamentali che costituiranno poi il ragionamento non mancano neppure nell'infusorio, non dubbio alcuno può esservi, invece, che forme semplici di ragionamento avvengano negli animali quanto più ci eleviamo da questi strati infimi.

Fra i mille e mille casi che sono stati riportati di un comportamento intelligente da parte degli animali ci basti qui scegliere i pochissimi seguenti, a semplice titolo d'esempio.

Attraverso ad una colonna di formiche fu posto un grosso ramo secco e venne pigiato sul terreno in modo da non permettere alle formiche di passarvi sotto. Dopo alcuni vani tentativi da parte delle formiche cariche di dargli la scalata, si videro le formiche depositare il loro carico e mettersi a scavare un tunnel sotto il ramo, ciò che richiese una buona mezz'ora. Compiuto che fu il tunnel, ciascuna formica riprese il suo carico, e la marcia fu ripresa nel massimo ordine. — Il tronco d'un albero visitato da altre formiche fu cinto con un panno imbevuto d'acqua di tabacco. Le formiche che salivano, arrivate che furono all'ostacolo, « dapprima ne esaminarono la natura, dopo di che tornarono indietro a procurarsi a una certa distanza delle minuscole zollette di terra, che trasportarono colle loro mandibole e che depositarono una dopo l'altra sul panno imbevuto di tabacco fino a che una strada di zollette di terra fu fatta attraverso questo panno, sulla quale le formiche passarono impunemente tanto nell'andare in su che nel tornare in giù ». — Una vespa fu vista posarsi sopra una foglia di pero arrotolata, formante un nido di bruco. « La vespa ne esaminò le due estremità, e, trovandole chiuse, fece nella foglia ad una di queste estremità un foro di circa un ottavo di pollice di diametro. Poi se ne andò all'altra estremità e fece un rumore tale da spaventare il bruco, il quale si precipitò fuori dal buco e fu così preso dalla vespa ». — Sull'orlo del buco che un granchio di mare si era scavato nella sabbia furono poste quattro conchiglie delle quali una ruzzolò giù nel buco. « Circa cinque minuti dopo il granchio portò fuori la conchiglia caduta entro il tubo e la trasportò

¹ Cfr. JENNINGS, *ibid.*, 175-179.

a una distanza di circa un piede; egli vide allora le altre tre conchiglie posate sull'orlo, e pensando evidentemente che esse pure avrebbero potuto ruzzolare giù, le trasportò nel punto dove aveva già deposto la prima ». — Un pezzo di cibo fu gettato in un acquario dove trovavasi una razza e cadde nell'angolo formato dal vetro anteriore col fondo. « La razza, un campione piuttosto grande, fece ripetuti tentativi per afferrare il cibo, ma sempre invano pel fatto del trovarsi la bocca situata nella parte sottostante del capo e dell'essere il cibo troppo vicino al vetro. Essa sostò allora del tutto tranquilla per un momento come se pensasse al da farsi, poi ad un tratto si sollevò assumendo una posizione inclinata rispetto alla verticale, col capo rivolto verso l'alto e colla parte ventrale del corpo rivolta verso il cibo; dopo di che cominciò ad agitare le larghe pinne, creando così una corrente d'acqua verso l'alto che sollevò il cibo dal fondo e lo trasportò direttamente alla bocca ». — Un cobra aveva cacciato fuori la testa dalle sbarre della gabbia e aveva ingoiato una rana. Non riuscendo però, causa il rigonfiamento così prodottosi, a ritirare dentro la testa, ricacciò fuori la preziosa preda. Ma siccome questa si muoveva ancora, la riafferrò subito, la ringhiottò e fece di nuovo dei tentativi di ritirare in dentro la testa. Non riuscendovi neppure questa volta, ricacciò di nuovo fuori della bocca la rana, la prese per una gamba, la trasse dentro alla gabbia, e la ingoiò definitivamente. — « Alcuni piccioni si erano radunati a mangiare i pochi chicchi accidentalmente caduti per terra nell'attaccare durante una sosta il sacco d'avena al muso d'un cavallo. Finiti che furono i chicchi caduti per terra, uno dei piccioni si alzò e sbattendo le ali furiosamente volò dritto a colpire gli occhi del cavallo, in modo da fargli scuotere fortemente la testa e da fargli in conseguenza cadere fuori dal sacco altri chicchi. Questo fu ripetuto parecchie volte e ogni volta quando la provvista per terra era appunto esaurita ». — Due capre, procedenti in direzione opposta, s'incontrarono sopra una cresta di roccia, a precipizio da ciascuna delle due parti, e troppo stretta per permettere loro di passare una a lato dell'altra. « I due animali si guardarono l'un l'altro per qualche tempo, come se stessero riflettendo sulla loro situazione e deliberassero il da farsi. Finalmente una delle due s'inginocchiò con grande precauzione e si accovacciò il più che le fu possibile; dopo di che l'altra passò sul suo dorso ». — Un elefante tor-

mentato da grosse mosche, lasciato libero che fu di andare dove voleva, si avvicinò a un cespuglio di giovani piante ben ramificate, « e sceltane una, spogliò completamente colla proboscide la parte inferiore del gambo, togliendone via tutti i rami più bassi e lasciandovene solo un bel ciuffo in cima. Ne ripulì poi ancora meglio per parecchie volte di seguito la parte inferiore, dopo di che afferrò e spezzò il gambo nel punto suo più basso, ottenendone un magnifico ventaglio lungo circa cinque piedi, col quale si scacciò via le mosche tanto dall'una che dall'altra parte ». — Un gatto usava nascondersi vicino al posto dove venivano gettate le briciole della tavola per slanciarsi al momento opportuno sopra qualcuno degli uccellini che venivano lì a radunarsi attratti dal cibo. Per qualche giorno quest'uso di gettare le briciole agli uccelli fu tralasciato. Il gatto allora « fu visto spargere dei pezzetti di pane sull'erba coll'evidente attenzione di attrarre così di nuovo gli uccelli ». — Un cane, una mattina in cui l'erba era tutta coperta di brina ghiacciata, « trasse via la stuoia dal suo canile, dal quale era stato slegato, e la portò sul prato sotto le finestre della casa, dove fu trovato sdraiato sulla stuoia, che in tal modo servì a proteggerlo dal gelo ».¹

E potremmo così continuare a piacere. Tutti sanno, infatti, come altri esempi consimili di intelligenza animale si trovino in grandissimo numero, sia in questa stessa opera del Romanes, sia in qualunque buon testo di zoologia o di psicologia comparata. Quei pochissimi qui riportati sono stati scelti, anzi, fra i più semplici e i più comuni, fra quelli che non hanno proprio nulla di straordinario, fra quelli la cui interpretazione è la più facile.

Tuttavia anche relativamente a questi casi più semplici, in sè stessi da nessuno messi in dubbio, non sono certo mancate le discussioni, se essi stiano o no a rappresentare dei casi di un vero e proprio « ragionamento ». Ma questo è dipeso perchè nè ai fautori nè agli avversari d'un tale « raziocinio » animale è mai apparsa chiaramente la vera natura del ragionamento, quale è anche nell'uomo.

Infatti, se il ragionamento è sostanzialmente, anche nell'uomo, nient'altro che una serie di azioni o di operazioni o di esperienze semplicemente pensate, allora i fatti sovracitati

¹ GEORGE I. ROMANES, *Animal Intelligence*, Seventh Edition, Kegan Paul-Trench-Trübner & Co., London, 1898, pag. 95-96, 135, 195-196, 233, 251, 262, 317, 337-338, 409, 418, 466.



e tutti gli altri consimili vanno considerati indubitatamente come altrettanti esempi di ragionamento animale vero e proprio. E nulla invero v'ha di strano, p. es., che in una formica, la quale già in passato abbia scavato delle gallerie, magari in circostanze diverse, e sia poi eventualmente passata sotto queste o altre gallerie con qualche carico, venga ora a prodursi, sotto la spinta dell'affettività contrastata tendente a portare nel nido il prezioso bottino, la rievocazione di qualcuna di queste sue antiche opere di scavamento associata all'altra di qualcuno di questi suoi passaggi. E basta la semplice riproduzione mnemonica di tali fatti del passato, combinati in tal guisa che, ove fossero realizzati, soddisferebbero la tendenza affettiva contrastata, affinché quest'ultima spinga a tale effettiva realizzazione. Come nulla v'ha di strano, parimente, che alla vespa, la quale durante la sua esperienza avrà constatato ben sovente, nel suo avvicinarsi ronzando a nidi di bruchi, l'uscita del bruco stesso da qualche foro nel nido, e sempre dalla parte ad essa opposta, si presenti, sotto lo stimolo della fame, l'immagine di un foro anche nel nido che presentemente ne è privo, e quindi anche l'immagine del suo atto perforatore, già da essa eseguito più volte in passato sia pure in altre circostanze e sopra oggetti alquanto differenti: immagine di un atto ad esito favorevole, che la tendenza affettiva della fame spinge *ipso facto* a realizzare.

Il ragionamento degli animali, inteso in tal senso, cioè di un semplicissimo « Gedankenexperiment » che precede l'azione, nulla ha dunque in sè di straordinario, e specialmente nulla che sia più straordinario di qualsiasi altra facoltà mentale o psichica degli animali stessi, la quale nessuno oserebbe negare.

Solo è molto probabile che, in questi ultimi, come del resto anche in molti uomini, un tal ragionamento non rivesta mai, o quasi mai, il carattere di una lunga e complicata successione e combinazione mentale di atti, immaginata gradatamente sotto la spinta dell'affettività primaria, e via via controllata e corretta dall'affettività secondaria del rispettivo « stato d'attenzione », la quale tenda ad evitare nuovi insuccessi, derivati in passato dall'aver immaginato per dati atti risultati non giusti. Il ragionamento rivestirà in essi, piuttosto, di solito, ben probabilmente, il carattere di una evocazione spontanea e istantanea di una brevissima e semplicissima combinazione mentale di atti, suscitata tutta di un sol getto

dalla spinta prepotente d'un'affettività primaria intensa, senza alcun controllo di qualsiasi affettività secondaria.

In altre parole, il ragionamento negli animali, e specialmente negli inferiori, sarà piuttosto una combinazione mentale di atti « intuita », anzichè « ponderata ».

Inoltre, il ragionamento negli animali sarà *particolare e concreto*, neppure negli uomini elevandosi esso facilmente ad essere *generale ed astratto*. La formica non penserà certo che la perforazione d'un tunnel sia il mezzo più adatto *in genere* a sorpassare *quella data categoria* di ostacoli. Nè la vespa eleverà a teoria il suo sistema di caccia ai bruchi. Bensì il « Gedankenexperiment » tanto dell'una che dell'altra non si riferirà certo, volta per volta, che a quel dato ostacolo che sbarrava la via in quel dato momento e a quel dato nido di bruco che si presenta ora privo di qualsiasi foro.

Ma salvo questa inferiorità di grado — di essere una combinazione mentale solo di esperienze *particolari e concrete* — nessun fatto, ripetiamo, ci autorizza a dubitare della facoltà ragionatrice anche negli animali, la quale è d'altra parte confermata da tutto quanto il loro comportamento; nè alcun fatto ci autorizza a ritenere che il ragionamento in essi differisca *sostanzialmente* da quello dell'uomo.

Tuttavia, se non sostanzialmente, per lo meno in quanto al grado di superiorità, non si può certo negare che il ragionamento generale e astratto, al quale può elevarsi l'uomo *superiore*, differisca assai da quello particolare e concreto, del quale soltanto sembra possano essere capaci gli stessi animali intellettualmente più elevati. Ed è, anzi, in questa capacità d'un ragionamento generale e astratto che molti — a cominciare dal Locke stesso — hanno voluto vedere (e non a torto, ove si tratti, *non tanto del comune degli uomini, quanto delle menti superiori*) la differenza principale distinguente intellettualmente l'uomo dai bruti:

« A me sembra altrettanto evidente che i bruti, o alcuni di essi, in date circostanze, ragionino, quanto che essi abbiano sensi; ma è solo in idee particolari, quali essi le ricevono da questi loro sensi. Essi sono, i migliori di loro, vincolati entro questi ristretti confini, e non hanno, io penso, la facoltà di allargarli con nessun genere di astrazione ».¹

¹ JOHN LOCKE, *An Essay concerning Human Understanding* (1689), George Routledge, London (senza data), Book II, Chap. XI, § 11, pag. 105.

Ci occorre dunque a questo punto esaminare che cosa siano e come abbiano origine i *concetti generali astratti* e quale sia il genere e il grado di superiorità che essi conferiscono al ragionamento, che ad essi ricorra.

È, infatti, nell'uso di concetti sempre più generali ed astratti che consiste tutta l'*evoluzione del ragionamento*, che ci siamo appunto proposti di studiare in questo scritto.

II.

Prima però di passare allo studio dei veri e propri « concetti » fa d'uopo accennare brevissimamente ad un fenomeno psicologico più umile e più semplice, che è come la matrice primissima da cui essi sono poi sbocciati: intendiamo dire, la *classificazione affettiva*.

Ad un pulcino appena nato furono messi davanti dei bruchi tutti presso a poco di uguale forma e di uguale grandezza, ma di colori diversi; fra le varie specie una ve n'era, striata in giallo e in nero, che pel pulcino era di sapore disgustoso. Orbene, in pochissimi giorni il pulcino acquistò la più completa esperienza della cosa; « e mentre gli altri bruchi erano afferrati avidamente, i bruchi di questa specie non erano neppure toccati ».¹

In questo semplicissimo fatto abbiamo un nitido esempio di classificazione affettiva da parte del pulcino: tutti i bruchi non striati in giallo e in nero sono evidentemente per lui « equivalenti », perchè tutti commestibili; e di fronte ad essi egli pone « in un sol fascio », in un'altra classe ben distinta, quelli striati in giallo ed in nero, per lui parimente tutti « equivalenti » perchè di sapore disgustoso.

Ora, d'una tale classificazione affettiva sono capaci tutti quanti gli animali, a cominciare dai più infimi; è dessa, anzi, che costituisce e compendia tutta quanta la loro « conoscenza empirica ». E una classificazione affettiva del tutto consimile non si può dubitare abbia presieduto a tutte le prime conoscenze empiriche anche dell'uomo.

Qualunque ne sia stata l'origine — emotivo-interjezionale od onomatopeica o, secondo la celebre teoria del Noiré e del

¹ LLOYD MORGAN, *Animal Behavior*, Second Edition, Arnold, London, 1908, pag. 57.

Max Müller, da « clamor concomitans » — certo è, anzi, che i primi nomi creati dal linguaggio non sono stati che *nomi comuni*, cioè a dire non altro che simboli fonetici atti ad indicare rispettivamente questa o quella classe di fenomeni od oggetti, *equivalenti rispetto ad una data affettività, ad un dato bisogno, ad un dato desiderio.*¹

E questa natura affettiva dei nomi comuni si è conservata di poi e si conserva ancora oggi si può dire intatta, malgrado che il loro uso quotidiano tenda a scolorirne le forti tinte originarie.

Così, ancora oggi, l'uomo divide, per prima cosa, rispetto al bisogno di nutrirsi, non diversamente dal pulcino ora rammentato, tutti gli oggetti coi quali viene a contatto in commestibili e in non commestibili, i commestibili in cibi carnei e in cibi vegetali, e tanto gli uni che gli altri nelle loro così numerose varietà, a seconda della misura e delle modalità con cui sono atti a soddisfare la fame, e distingue gli animali da latte da quelli che non ne danno, gli alberi da frutta da quelli il cui frutto non è mangereccio, i frutti maturi da quelli acerbi. Dal punto di vista del bisogno sessuale, distingue l'un sesso dall'altro, la vergine dalla non più vergine, la bambina dalla donna adulta, la giovane dalla vecchia. Dal punto di vista del proprio istinto di conservazione, l'amico dal nemico, il galantuomo dal malandrino, il feroce carnivoro dal pacifico erbivoro. E così via, e così via.

Ma se ben si osserva, anche i nomi comuni dei nostri oggetti d'uso artificiali poggiano sempre tutti sopra una base affettiva, anche se questa passa ormai del tutto inavvertita. Cioè, ciascuno di essi non serve che come simbolo di questa o quella classe di oggetti, i quali, magari molto diversi fra loro sotto altri rapporti, sono però per noi equivalenti rispetto a questo o a quel nostro bisogno o desiderio. Per « casa », p. es., intendiamo quel gruppo di oggetti, diversi quanto si voglia gli uni dagli altri, ma atti tutti a ripararci dalle intemperie: « casa » probabilmente significò dapprima, avverte lo stesso Max Müller, « whatever covers », « a covering ». Colla parola « abito » designamo tutto quel gruppo di oggetti atti a riparare dal freddo l'intero nostro corpo; mentre le calze, i calzoni, la

¹ Cfr. MAX MÜLLER, *The Science of Thought*, Longmans Green & Co., London, 1887, pag. 433.

giacca, il cappello riparano dal freddo parti diverse di esso. Le pelli, le stoffe di lana, i tessuti di cotone soddisfano in misura diversa e con modalità diverse questo nostro bisogno di coprirsi. Il letto, il divano, la poltrona, la sedia, lo sgabello soddisfano in grado diverso e con modalità diverse il nostro bisogno di riposarci.

Tipico, sotto questo rispetto, è il nome comune di «veleno». Esso rappresenta una classe di oggetti tali che dal punto di vista percettivo sarebbe difficile trovarne di più diversi tra loro: per la loro struttura minerale o vegetale o animale, per il loro stato fisico solido o liquido o gassoso, per forma, colore, sapore, odore, ecc., non potrebbero differire maggiormente gli uni dagli altri; eppure l'uomo ne ha fatto una classe ben distinta perchè rispetto al proprio istinto di conservazione sono per lui tutti equivalenti.

Il Locke si domanda acutamente quale maggiore connessione o relazione vi sia in natura fra l'idea di uccidere e quella di uomo da una parte, e la stessa idea di uccidere e quella di pecora dall'altra, che possa spiegare perchè per l'azione di uccidere un proprio simile, e quindi per chi compie tale azione, si sia creata una specie particolare di azioni e di uomini, designata dal termine apposito rispettivamente di assassinio e di assassino, mentre nessun termine vi sia per denotare l'azione corrispondente di uccidere una pecora. E perchè, analogamente, ci sia il termine di parricida e non quello di figlicida. E perchè vi sia una designazione speciale per la forma della parte dell'arma che entra nelle carni e ferisce — p. es. arma a punta o pugnale — e non per la forma della parte restante dell'arma stessa.¹

Orbene, la classificazione affettiva spiega senz'altro questa diversità di trattamento: Perchè solo coloro che hanno ucciso qualche loro simile, appartenente alla medesima loro collettività, e non già coloro che hanno ucciso un qualsiasi animale, rappresentano per tutti i membri restanti un gruppo di individui equivalenti nella loro grande temibilità. Analogamente, per l'ordine sociale, nel regime patriarcale, era molto più grave l'uccisione del padre da parte del figlio che non viceversa. E per la gravità della ferita sono equivalenti tutte le armi a

¹ JOHN LOCKE, op. cit.: *An Essay concerning Human Understanding*, Book II, Chap. V, § 6, pag. 340.

punta, qualunque sia poi la forma e la materia e il colore e l'aspetto in genere dell'impugnatura.

Anche i nomi comuni o « concetti », che a prima vista meno parrebbero avere un sostrato affettivo, pur si addimostano averne uno, non meno degli altri, ad un'analisi un po' accurata. Valga ad esempio per tutti il nome comune o « concetto » di « palla »:

« Il bambino, scrive il Miller, ha una tendenza naturale a giocare. Fra le altre cose, la sua attività per il giuoco lo porta a contatto con ciò che chiamiamo una palla. La sua reazione verso di questa ne provoca il rotolamento, e questo lo interessa. Egli viene ripetutamente in contatto con cose tonde, e quale risultato del suo agire su di esse ottiene sempre questa gradevole esperienza di farle rotolare ». Egli pone perciò tutte queste cose, quali che siano la materia di cui sono fatte, il loro colore, la loro grandezza, ecc., in un sol gruppo, che costituisce per lui il concetto di palla.

« In altre parole, così continua il nostro autore, rispetto alla realizzazione di certi bisogni o alla soddisfazione di certi impulsi, troviamo che fra più oggetti aventi certe caratteristiche *uno vale esattamente quanto l'altro* ». — « Il concetto è dunque per sua natura *generale* ed è relativo a un bisogno ».¹

È per non avere compreso questo — cioè che un « concetto » non è altro che un gruppo di oggetti, magari diversissimi fra loro sotto altri rapporti, ma tutti equivalenti fra loro sotto un dato punto di vista affettivo — che la questione dei concetti o delle « idee » generali ha dato luogo fra i filosofi a discussioni interminabili e che da taluni è stata persino negata la possibilità della loro esistenza nella nostra mente.

Il concetto di « cane », p. es., è fra quelli che più ha dato da fare ai filosofi: « Chi ha mai visto, scrive il Max Müller, un cane? Possiamo vedere un bracco, un levriere, un bassotto, possiamo vedere un cane bianco, nero, bruno, ma nessun occhio umano ha mai visto un cane ». Lo stesso vale pel concetto di « albero »: « Nessuno ha mai visto un albero, ma solo questo o quell'abete, questa o quella quercia, questo o quel melo. Albero è un concetto, e, come tale, non può mai essere veduto

¹ I. E. MILLER, *The Psychology of Thinking*. Macmillan, New York, 1909, pag. 290, 213.

o percepito dai sensi, non può mai assumere alcuna forma fenomenale o intuizionale ».¹

Questo è giusto; solo che il Max Müller non vede come tutte queste difficoltà di per sè scompaiano appena si riconosca la natura del concetto essere, non già d'ordine percettivo, bensì semplicemente e puramente d'ordine affettivo. E che un qualche sostrato affettivo, magari diverso dall'originario, e magari anche diverso di volta in volta a seconda dei casi, sia sempre pronto a riapparire, alla prima occasione propizia, anche in quei nomi comuni o concetti nei quali meno sarebbe ormai da aspettarsi di trovarne ancora delle vestigia, lo dimostrano appunto questi concetti di cane e di albero: Da un cespuglio, p. es., sbucca urlando un animale. Il fanciullo atterrito fugge a nascondere il capo nel grembo della mamma. Sciocco, questa gli dice, non vedi che è *un cane*? — E sotto i cocenti raggi del sole il viandante estenuato grida lietamente al compagno: Ecco laggiù *un albero* sotto il quale potremo riposarci.

III.

Da questi pochissimi esempi, scelti, come cerchiamo sempre di fare, fra i più semplici e i più tipici ad un tempo, vediamo dunque che i « nomi comuni » o « concetti » più famigliari non rappresentano altro che classi di oggetti, magari i più diversi fra loro, ripetiamo, sotto altri rapporti, ma tutti equivalenti fra loro rispetto a qualche nostro bisogno o qualche nostra tendenza affettiva.

In altre parole, ogni nome comune, ogni concetto, non è, in sostanza, che un semplice *raggruppamento affettivo*: In una pluralità di oggetti, percettivamente magari diversissimi fra loro, scopriamo una medesima capacità soddisfattiva d'una data nostra affettività, d'un dato nostro bisogno o desiderio, e con ciò riduciamo la pluralità stessa ad unità: « Ogni volta che formiamo una classe riduciamo la molteplicità ad unità, e scopriamo, come diceva Platone, l'uno nei molti ».²

Ne deriva, come conseguenza immediata, che si potranno avere tanti modi di classificare il medesimo numero di oggetti

¹ MAX MÜLLER, op. cit.: *The Science of Thought*, pag. 78-79.

² STANLEY JEVONS, *The Principles of Science*, Vol. II, Macmillan, London, 1874, pag. 345.

quanti sono i punti di vista affettivi diversi, quante sono le sorta di desideri che essi potranno suscitare, quanti sono gli scopi od interessi cui essi possono servire: « Vi è, in tesi generale, un numero illimitato di modi di classificare qualsiasi gruppo di oggetti ». ¹

Notiamo che questa classificazione affettiva, spiccatamente « soggettiva », contiene già in sè, in germe, quella scientifica, detta a torto « obbiettiva ». Infatti, se dati oggetti sono atti a soddisfare tutti la medesima affettività questo non può dipendere che dal fatto di avere effettivamente qualche proprietà o caratteristica in comune. Le cose, p. es., che tanto ci piacciono perchè dolci, contengono tutte date sostanze molto simili nelle loro proprietà chimiche; le stoffe che soddisfano il bisogno dell'organismo di venire riparato dal freddo hanno tutte la proprietà fisica di essere corpi cattivi conduttori del calore; le fiere, che il selvaggio raggruppava in una sola categoria perchè ugualmente temibili, hanno tutte certi caratteri zoologici, non posseduti invece dagli animali erbivori che l'uomo primitivo classificava fra quelli da addomesticarsi onde trarne il latte e mangiarne la carne. E così via.

Una « obbiettività » di gran lunga maggiore fu però raggiunta solo in seguito con le classificazioni *indirettamente affettive*, cioè a dire utilitarie o tecniche. Esse si riferiscono, come è noto, ai varî animali, alle varie piante, alle varie forze in genere della natura a seconda dei loro prodotti o dei loro usi, oppure ai varî generi e strumenti di lavoro ed alle varie materie prime che questo lavoro deve trasformare: *ai varî mezzi*, insomma, *atti a raggiungere questo o quel fine o risultato*. E coll'estendersi incessante dell'opera trasformatrice dell'uomo, rivolta a modificare sempre maggiormente a suo vantaggio l'ambiente esterno, esse si svilupparono via via sempre più e in parte surrogarono quelle puramente e semplicemente affettive.

Esse risultarono maggiormente « obbiettive » di queste ultime, perchè, i mezzi atti a raggiungere dati scopi essendo la maggior parte delle volte gli stessi per tutti gli individui, esse venivano così ad essere meno soggette alle accidentalità affettive individuali.

Ma il principio rimase sempre lo stesso: oggetti o feno-

¹ STANLEY JEVONS, *ibid.*, 318.

meni, sotto tutti gli altri rapporti magari diversissimi fra loro, vennero classificati in un medesimo gruppo perchè, *di fronte a un dato nostro modo uniforme di comportarsi rispetto ad essi, si addimostravano « equivalenti » come mezzi atti a raggiungere il risultato o il fine desiderato.* Di guisa che queste classificazioni utilitarie o tecniche rimasero schiettamente *teleologiche*, cioè a dire sempre dipendenti da questo scopo o fine da raggiungere.

Così il concetto di « tagliacarte », p. es., comprende una quantità di oggetti percettivamente fra loro diversissimi: alcuni sono di legno, altri di avorio, altri di argento; alcuni constano della sola lama, altri della lama e del manico; e il manico, in questi, assume le forme più svariate possibili. Eppure tutti questi oggetti sono stati classificati in un gruppo ben definito perchè, grazie al fatto di avere una lama con spessore molto piccolo almeno da una parte, sono tutti fra loro « equivalenti » rispetto al fine di tagliare le pagine d'un libro senza stracciarle.

Lo stesso può dirsi di qualunque altro strumento ad uso di operazione tecnica o di ricerca scientifica. Prendiamo, p. es., il concetto di « triangolo »: « Quante difficoltà e quanta abilità non richiede, scriveva il Locke, il formarsi l'idea generale di triangolo; infatti essa non deve essere un triangolo nè obliquo, nè rettangolo, nè equilatero, nè isoscele, nè scaleno; ma tutti e nessuno di questi ad un tempo ».¹

E il Berkeley, in confutazione al Locke, negava addirittura la possibilità di avere una tale idea generale del triangolo.²

Ora tutte queste difficoltà spariscono se si riconosce il concetto di triangolo non essere altro, in sostanza, che una classificazione utilitaria di una quantità di figure geometriche, le quali, di forma pur diversissima le une dalle altre, sono tuttavia, grazie al fatto di avere ciascuna tre soli lati e quindi date proprietà geometriche le stesse per tutte, fra loro « equivalenti » in quanto strumenti di ricerca per date investigazioni geometriche: del tutto indifferente, p. es., pel fine di conoscere la somma degli angoli interni d'un poligono, è di di-

¹ JOHN LOCKE, op. cit.: *An Essay concerning Human Understanding*, Book IV, Chap. VII, § 9, pag. 509.

² GEORGE BERKELEY, *A Treatise concerning the Principles of Human Knowledge*, 1710, Introduction, in: *Berkeley's complete Works*. Fraser's Edition, Clarendon Press, Oxford, 1901, Vol. I, pag. 246 e seg.

vedere quest'ultimo in una serie di spicchi triangolari piuttosto che in un'altra; come del tutto indifferente è pel geodeta o per l'agrimensore, a parità delle altre condizioni, di servirsi dell'uno o dell'altro sistema di triangolazione.

Lo stesso può dirsi anche dei concetti utilitari più « astratti ».

Tutte le classificazioni o concezioni quantitative, p. es., hanno avuto un'origine, dapprima semplicemente affettiva, dipoi anche utilitaria: La redistribuzione, p. e., al ritirarsi delle inondazioni periodiche del Nilo, dei terreni coltivati fra gli agricoltori, in modo che ciascuna porzione fosse « equivalente » alle altre, — cioè atta a produrre, quale che fosse del resto la configurazione geometrica del campo, la medesima quantità di grano, che era ciò che unicamente importava in tale redistribuzione, — dette origine, come è noto, al concetto di area.

La « equivalenza » di più otri, anche dalle forme più diverse, nel soddisfare per lo stesso numero di giorni e per gli stessi individui il bisogno della sete, non potè mancare di far sorgere ben presto il concetto di capacità o di volume.

Mentre fu dalla « equivalenza » dell'opera di un solo uomo robusto o di parecchi ragazzi, rispetto al fine di sollevare e trasportare qualche grosso masso, o da qualsiasi altra « equivalenza » consimile, che si formò certamente il primo concetto di forza.

E così via.

I concetti delle diverse « quantità » — superfici, volumi, forze, ecc. — sorgono così dalla comparazione di oggetti o fenomeni fatta da un certo punto di vista affettivo od utilitario, rispetto al quale affinchè essi risultino « equivalenti » è necessario e sufficiente che questo o quello dei loro attributi si trovi in tutti, non soltanto presente, ma anche nella medesima misura.¹

E dai diversi concetti quantitativi sorge così quello ancora più astratto di numero *come mezzo o strumento generale di constatazione di ogni e qualsiasi equivalenza quantitativa.*

Origine affettiva od utilitaria non diversa dai precedenti ebbero, infine, originariamente, gli stessi concetti di spazio, di tempo e di causa.

Il primitivo concetto di spazio sorse, molto probabilmente, dalla comparazione di due o più percorsi, magari quanto si

¹ Cfr. ERNST MACH, *Erkenntnis und Irrtum*. Barth, Leipzig, 1906, pag. 357-359.

voglia diversi fra loro sotto gli altri rispetti — verso oriente o verso occidente, in mezzo ai campi o attraverso la foresta, di giorno o di notte, col cielo sereno o col cielo annuvolato, in compagnia o senza, e via dicendo — ma « equivalenti » fra loro dal punto di vista di ottenere, colla medesima fatica, qui rappresentata dalla marcia, lo stesso risultato di trasportare la propria persona o un dato prodotto da un luogo all'altro.

Del tutto analogamente, due periodi della propria esistenza, diversi quanto si voglia qualitativamente fra loro, — di primavera o d'autunno, di mattina o di sera, nella propria dimora o all'aperto, prima o dopo il pasto, nella quiete o in mezzo al frastuono, e così via, — ma fra loro « equivalenti » rispetto al fine di ottenere il medesimo prodotto col medesimo sforzo di lavoro proseguito colle stesse modalità di continuità e d'intensità, fornirono ai nostri antichi antenati, non si può dubitarlo, il primissimo concetto di tempo.

Mentre fra tutti gli infiniti fenomeni che concorrono a produrre questo o quell'avvenimento, — cioè la di cui precedenza o concomitanza è necessaria affinchè avvenga quest'ultimo, — furono dapprima considerati come « cause » solo quei pochissimi, i quali, per quanto diversi potessero essere qualitativamente fra loro, erano però « equivalenti », rispetto al fine di lasciar succedere o di evitare l'avvenimento stesso, *in quanto unici tramiti del nostro intervento*; cioè a dire, in quanto erano gli unici, fra tutti gli altri fenomeni antecedenti o concomitanti necessari, sui quali era per noi possibile di aver presa, e sull'uno o l'altro dei quali era quindi per noi indifferente di agire onde impedire il prodursi dell'avvenimento in questione, non desiderato o temuto.¹

A noi qui basti di notare come il sorgere di tutti questi concetti utilitari sia stato reso possibile soltanto, e sia stato poi enormemente promosso, dall'opera incessante e sempre progrediente dell'uomo, rivolta a trasformare il proprio ambiente; perchè solo quest'opera poteva far scoprire che dati oggetti o fenomeni, purchè avessero in comune solo tali e tali caratteri ed attributi, erano fra loro equivalenti rispetto al fine da raggiungere. Non dunque all' « invenzione » del linguaggio, come sembra pretendere il Max Müller, sono dovuti

¹ Cfr. GIOVANNI VAILATI, *Sull'applicabilità dei concetti di causa e di effetto nelle scienze storiche*, « Scritti di G. Vailati », Seeber, Firenze, 1911, pag. 463-464.

ì concetti; ma linguaggio e concetti, anche i più generali ed astratti, procedettero insieme di pari passo, sospinti ambedue incessantemente da questo *progresso tecnico* del lavoro dell'uomo nel senso suo più lato.

IV.

Contemporaneamente a questa sua attività trasformatrice e adattatrice del mondo esterno ai propri molteplici e svariati bisogni, che ha spinto l'uomo a passare dalla classificazione puramente affettiva a quella utilitaria, procedeva e si sviluppava, spesso autonoma, la sua attività conoscitiva, la quale l'ha spinto a passare dalla medesima classificazione affettiva originaria a quella concettuale-scientifica propriamente detta.

È infatti a tutti noto come anche la scienza abbia attraversato una fase primordiale nella quale le speculazioni scientifiche erano esclusivamente rivolte alla *classificazione affettiva* dei fenomeni.

Così, tutti quanti i fenomeni celesti un po' eccezionali, come l'arcobaleno, le comete, le eclissi, le congiunzioni straordinarie dei pianeti, e simili, erano causa continua di paure o di speranze superstiziose; da ciò le speculazioni dei primi astrologi rivolte a classificare questi fenomeni fra quelli portanti fortuna o fra quelli portanti sventura.¹

Parimente, lo stimolo dei Greci a trovare analogie fra fenomeni era l'inquietudine prodotta da fenomeni non ancora classificati affettivamente: « Ciò che gli scienziati greci intendevano per spiegazione d'un dato fenomeno, osserva benissimo il Vailati, non era tanto la sua analisi e scomposizione nelle sue parti elementari, o la determinazione delle leggi della sua produzione, quanto piuttosto il suo ravvicinamento o identificazione con altri fenomeni più comuni e famigliari ». — « Come stimolo ed incentivo a questa operazione mentale, essi indicavano espressamente *il desiderio di liberarsi dalla inquietudine*, e qualche volta anche, come p. es. nel caso dei fenomeni meteorologici che occupavano tanta parte nelle speculazioni dei Greci, *il desiderio di emanciparsi dai timori* che loro incuteva il prodursi dei fenomeni troppo differenti da quelli soggetti

¹ Cfr. STANLEY JEVONS, op. cit.: *The Principles of Science*, Vol. II, 322-323.

al loro proprio controllo. Una spiegazione che soddisfacesse a queste condizioni era, per essi, per ciò solo, una spiegazione sufficiente ».¹

Anche in tempi a noi più recenti, si pensi all'importanza che ha avuto, p. e., il riconoscimento delle così temute comete quali semplici pianeti solo ad orbite ellittiche molto allungate, la riduzione del misterioso arcobaleno ad un semplice fenomeno di rifrazione della luce, la spiegazione del fulmine che ha permesso di classificarlo fra le scariche elettriche, anzichè fra le manifestazioni del corrucio divino. E così via.

Da questo bisogno d'una classificazione affettiva dei fenomeni è sorto poi a poco a poco quello di conoscerne l'origine: Quando un fenomeno non si riusciva a classificarlo direttamente fra altri a noi più famigliari, si cercava per lo meno di vedere se *derivava* da alcuni di questi fenomeni a noi più famigliari, diversamente fra loro combinati. *Sorse così il bisogno scientifico di una storia delle cose.*

Ora l'esperienza ha dimostrato che affinchè da dati fenomeni a noi famigliari derivi sempre quel medesimo fenomeno non ancora a noi familiare non è necessario che questi fenomeni siano ogni volta in tutto e per tutto identici fra loro, bensì basta che lo siano solo rispetto ad alcuni loro attributi o caratteri. Quindi questi fenomeni, sotto tutti gli altri rispetti magari diversissimi fra loro, furono considerati *equivalenti rispetto a questo fine di produrre il fenomeno che si trattava di spiegare.*

In tal guisa, la classificazione concettuale-scientifica propriamente detta non differì in nulla, in sostanza, da quella utilitaria, perchè la produzione del fenomeno da spiegare costituì il fine in base al quale si effettuò la classificazione dei fenomeni restanti.

Ogni classe di fenomeni, comprendente tutti quelli equivalenti rispetto al fine di produrre questo o quel fenomeno da spiegarsi, costituì appunto un concetto scientifico. E la designazione di quel particolare attributo necessario e sufficiente a rendere tutti questi oggetti o fenomeni fra loro equivalenti rispetto a questo fine costituì una regola o legge scientifica: « Una regola, che viene ottenuta dalla osservazione di fatti,

¹ GIOVANNI VAILATI, *Il metodo deduttivo come strumento di ricerca*, « Scritti di G. Vailati », Seeber, Firenze, 1911, pag. 129.

non può abbracciare l'intero fatto nella sua infinita ricchezza, nella sua inesauribile varietà, bensì essa non dà che uno *schizzo* del fatto, *rilevando unilateralmente solo quello che importa per lo scopo tecnico o scientifico* ».¹

La « schematizzazione » dei fenomeni non consiste appunto che nella riduzione loro a questo solo particolare attributo, che è l'unico che interessa per la produzione del fenomeno desiderato. Ogni schematizzazione ha quindi sempre un substrato affettivo od utilitario. E si potranno di conseguenza avere tante schematizzazioni diverse dei medesimi fenomeni quanti saranno i fini che serviranno ad esse di base.

È in questa schematizzazione; è in questa riduzione dei fenomeni, « aggregati di qualità », alla sola loro qualità, per la quale soltanto essi sono fra loro equivalenti rispetto a questo o a quel fine da raggiungere; è in questa estrazione e conservazione, fra tutti gli elementi sensibili o attributi di più svariati oggetti, di quello soltanto che sia necessario e sufficiente alla produzione dell'oggetto o avvenimento desiderato o del fenomeno che ci preme di « spiegare »; è in questo, e solo in questo, che consiste tutto il processo di « generalizzazione » o di « astrazione ».²

Ed è per non avere visto questa base di vera e propria classificazione affettiva od utilitaria, sulla quale riposa la formazione di ogni e qualsiasi concetto, che nè il Locke, nè il Berkeley, nè il Max Müller, nè lo Stuart Mill stesso non sono riusciti a comprendere l'intima natura delle cosiddette « idee » generali od astratte.³

¹ ERNST MACH, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, Siebente Auflage, Brockhaus, Leipzig, 1912, pag. 69-70.

² Cfr. TH. RIBOT, *L'évolution des idées générales*, 2^{me} éd., Alcan, Paris, 1904, pag. 7 e seg.; ERNST MACH, *Die Analyse der Empfindungen*, Fünfte Auflage, Fischer, Jena, 1906, pag. 266; WILHELM OSTWALD, *Vorlesungen über Naturphilosophie*, Dritte Auflage, Veit, Leipzig, 1905, pag. 41; STANLEY JEVONS, op. cit.: *The Principles of Science*, Vol. I, pag. 30.

³ Cfr. JOHN LOCKE, op. cit.: *An Essay concerning Human Understanding*, Book III, Chap. III, p. es. § 6, pag. 328; GEORGE BERKELEY, op. cit.: *A Treatise concerning the Principles of Human Knowledge*, Introduction, pag. 237-256, in specie § 10, pag. 242, e § 12, pag. 245; MAX MÜLLER, op. cit.: *The Science of Thought*, passim, p. es. pag. 267; JOHN STUART MILL, *A System of Logic Ratiocinative and Inductive*, Seventh Edition, Longmans Green Reader & Dyer, London, 1868, Vol. II, Book IV, Chap. II: *Of Abstraction or the Formation of Conceptions*, § 1, 2, 3, pag. 193-200.

V.

La conseguenza di tutto quanto abbiamo fin qui detto è che pensare per mezzo di concetti è pensare per mezzo di classi di oggetti o fenomeni, — per mezzo di « fasci di cose », come si esprime il Locke, — fra loro equivalenti rispetto alla meta cui tende il pensiero.¹

In altre parole, il ragionamento fatto sopra un concetto generale od astratto vale per tutti quanti gli oggetti o fenomeni, i quali, pur diversissimi concretamente fra loro, hanno però tutti a comune quell'attributo o quella qualità che li rende equivalenti rispetto al risultato o al fine da raggiungere colle operazioni od esperienze che il ragionamento immagina di eseguire su di essi.

Di guisa che in una sola ed unica esperienza semplicemente pensata vengono a condensarsi e a riassumersi le mille, diecimila, centomila esperienze, che, ove il concetto mancasse, dovrebbero eseguirsi col pensiero su ciascuno degli oggetti o fenomeni compresi nella classe che costituisce il concetto stesso.

Da ciò la maggiore portata, il maggiore « rendimento tecnico », del ragionamento generale ed astratto di fronte a quello particolare e concreto. Quello sta a questo, quasi diremmo, come la composizione tipografica sta alla scrittura a mano degli antichi amanuensi; la prima, una volta eseguita, vale per tutte le copie che se ne vogliano tirare, mentre la seconda doveva venire ripetuta per ogni copia.

Da ciò, parimente, l'accrescersi di tale « rendimento tecnico » del ragionamento ad ogni nuovo concetto o principio che permetta di considerare come equivalenti, rispetto al risultato da raggiungersi con una data operazione od esperienza da eseguirsi mentalmente, altri casi particolari, che prima ci apparivano in tutto e per tutti diversi da quelli già raggruppati nel concetto più ristretto: « Il vantaggio, scrive il Mach, che offre ogni principio generale, consiste nel fatto che esso in gran parte ci risparmia di ripensare sopra ogni nuovo caso speciale ».²

¹ Cfr. JOHN LOCKE, op. cit.: *An Essay concerning Human Understanding*, Book III, Chap. III, § 1 e § 20, pag. 326 e 335.

² ERNST MACH, op. cit.: *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, pag. 57-58.

Il progresso della scienza è consistito, appunto, nell'accre-
scere di continuo questo rendimento tecnico del ragionamento,
nel « potenziare » sempre più quest'ultimo, aumentando, a
mezzo di sempre nuovi e più larghi concetti, il numero e la
varietà delle esperienze particolari e concrete, semplicemente
pensate, rappresentate dal ragionamento generale ed astratto.
Con ciò essa ha ottenuto di rendere la « storia delle cose »,
la « descrizione » del modo di prodursi dei fenomeni, cioè a
dire la loro « spiegazione », la più concisa possibile (Principio
di economia del Mach).

Quanto al linguaggio, esso non ha, in questa creazione ed
estensione sempre maggiore dei concetti, che un ufficio sussi-
diario e secondario. Il quale consiste, semplicemente, nel
« fissare » e « conservare » i concetti stessi che la classifica-
zione affettiva od utilitaria va via via scoprendo e creando,
in modo che non vi sia bisogno ogni volta di ricostituirli da
capo.

In altri termini, la parola, — e, più in genere, ogni e
qualsiasi simbolo, mimico, fonetico o grafico, — è come un
« casellario », ove deponiamo gli oggetti classificati da questo
o quel punto di vista affettivo od utilitario. Essa non ha, nella
formazione di questi concetti, alcuna parte attiva e intrinsi-
camente fondamentale, come vorrebbe il Max Müller, nella
stessa guisa che nessuna parte attiva e intrinsecamente fon-
damentale hanno le varie vetrine o i varî scompartimenti d'un
museo nella distribuzione e collocazione che si fa in essi degli
oggetti componenti la raccolta. Non per questo, però, vetrine
e scompartimenti non hanno un'utilità grandissima: quella,
cioè, di conservare e mantenere in vigore la classificazione
fatta una volta per sempre, in modo che non vi sia bisogno
di rinnovarla ad ogni altra occasione in cui essa ci occorra.

Come osserva benissimo l'Hastings Berkeley, la sola asso-
ciazione naturale delle idee che basterebbe, anche senza il
soccorso di alcun simbolo, a rievocare, alla vista di un oggetto
particolare, gli altri ad esso percettivamente simili, cioè che
basterebbe a mantenere in piedi una classificazione fondata
sulla somiglianza, — e che quindi basta per tutti i ragiona-
menti concreti, quali, ad es., quelli sopra esaminati compiuti
dagli animali, — non basta, invece, da sola, a rievocare tutti
gli oggetti compresi in un concetto molto generale ed astratto.
E questo perchè, fra tutti gli elementi sensibili che tanto li

fanno differire gli uni dagli altri, il concetto stesso non prende in considerazione che quelli o quello soltanto che rende questi oggetti equivalenti rispetto a quel dato fine perseguito. Come potrebbe, p. e., la sola vista d'un sasso evocare direttamente, per semplice somiglianza, tutti gli altri corpi solidi e liquidi e gassosi, che pure il fisico ha raggruppato nella classe vastissima di corpi *dotati di massa*, perchè equivalenti fra loro rispetto alla produzione di certi fenomeni di moto?

Da ciò la necessità di un legame artificiale a mezzo di qualche simbolo, fonetico o grafico, il quale sia atto a rievocare tutti questi oggetti, ogni volta che si abbia di mira il risultato o il fine rispetto al quale essi sono equivalenti.¹

Ed è per questo che, se pur va completamente rigettato il celebre aforisma del Max Müller « no reason without language », sta tuttavia il fatto, pienamente d'accordo coll'Hastings Berkeley ora citato, che il ragionamento, appena esso involge concezioni d'un certo grado di generalità e di astrazione, non può essere condotto senza l'uso di simboli, fonetici o grafici; senza l'ausilio, cioè, di questi scrigni preziosi che gelosamente conservano tutti gli infiniti oggetti della natura in quelle così molteplici e così svariate classificazioni, nelle quali l'opera e la genialità dell'uomo, incessantemente provando e riprovando, è pervenuta via via a raggrupparli, a seconda dei suoi interessi e dei suoi fini, sia tecnici che scientifici.

Ma ci occorre ormai far parola dell'altra sorta di sviluppo che il ragionamento ha seguito parallelamente e conseguentemente a questo suo passaggio dalle forme concrete a quelle astratte; cioè a dire, della complessità sempre maggiore e dell'applicazione sempre più estesa che il ragionamento stesso è andato via via acquistando. È quello che faremo nella seconda parte di questo nostro studio sull'evoluzione del ragionamento, nella quale tratteremo del passaggio dalla semplice intuizione al processo deduttivo della scienza.

Milano.

EUGENIO RIGNANO

¹ Cfr. HASTINGS BERKELEY, *Mysticism in modern Mathematics*, Henry Frowde University Press, Oxford, 1910, pag. 43-49.

ROMA E LA CIVILTÀ ELLENISTICA.

L'imperialismo fu, come abbiamo veduto in un precedente articolo, la forza dissolutrice degli ordinamenti repubblicani, ma fu insieme la forza che determinò la grande missione storica di Roma, chè fu l'impero il più possente strumento di civiltà che il mondo abbia mai conosciuto. E potè esserlo solo perchè precedentemente Roma aveva succhiato, per così dire, il vital nutrimento della civiltà greca, e se l'era assimilato.

Qui ci prefiggiamo di perseguire questo processo storico, che è poi quello nel quale va cercata la chiave di volta della civiltà moderna, di rievocare cioè il contatto tra la civiltà greca e quella romana, il lavoro di azione dell'una e di reazione dell'altra, la fermentazione dei nuovi germi, dai quali dovea poi scaturire sì possente lievito di vita per tanta parte del mondo.

La civiltà greca esercitò una notevolissima influenza su quella italica, già nei tempi preistorici e protostorici, e fu influenza multipla, che va dalla trasmissione diretta o indiretta dell'alfabeto, all'importazione dei più svariati prodotti industriali e commerciali, e si fece sentire così sullo svolgimento del sistema di pesi e misure come su quello degli usi e riti funebri, delle concezioni e delle pratiche religiose.

Il centro di irradiazione di queste remote influenze furono le colonie greche dell'Italia Meridionale, ed esse ad ogni modo informarono più assai i lati esteriori che quelli interiori della civiltà. Non di esse naturalmente può essere qui parola.

Fu a cominciare dalla guerra di Pirro che i contatti tra la Grecia e l'Italia divennero diretti, ma, interrotti e ripresi

più volte nel corso del III secolo, solo dopo la battaglia di Cinocefale divennero stabili e permanenti, sì da potersi affermare in ogni campo dell'attività umana e da acquistare quella efficienza storica complessa ed imponente, che rientra nell'orbita del nostro studio.

Se questa efficienza noi vogliamo abbracciare nel suo tutto insieme, non potremo circoscrivere la nostra visuale storica tra la fine della II Punica e la caduta di Corinto, ma dovremo allargarla dal principio del III secolo a. C. allo spuntare del principato, perchè la civiltà greca del II secolo è in sostanza quella che si era sviluppata e fissata da Alessandro Magno in giù, e che aveva dovuto necessariamente ristagnare nel periodo turbinoso della conquista romana, e d'altronde una civiltà superiore non può esercitare tutta la sua influenza trasformatrice su una inferiore in pochi decenni, ma ha bisogno di qualche secolo. Se a pochi decenni restringessimo la visuale, correremmo anche noi il pericolo, nel quale molti sono caduti, di cogliere nel grandioso dramma dei rapporti greco-italici solamente le influenze nefaste del lusso e della corruzione orientale sulla semplicità e l'austerità romana, la forza dissolvente della *skepsis* sulla società degli antichi Quiriti; ci potrebbe accadere insomma di guardare alla storia con gli occhi di quel brontolone impenitente che fu Catone. Ma Catone è ben perdonabile, perchè egli non poteva prevedere il futuro in tutta la sua interezza, e, vincolato come era dalle qualità predominanti della sua razza, della civiltà greca non poteva cogliere l'essenza. Degli Elleni egli giudicava la dignità alla stregua di quella folla oscura e pericolosa di *graeculi*, che andavano invadendo l'urbe: schiavi, artisti, precettori e parassiti; il senso politico dallo spettacolo miserevole che davano di disgregazione e di insipienza i superstiti staterelli della madre patria; quello morale dalle orgie, che accompagnavano i loro culti, e che avevano dilagato in Italia coi Baccanali, minacciando la compagine stessa dello Stato e le basi della società; la filosofia dalle logomachie di Diogene, Critolao, Carneade nel foro dinanzi ad una folla di ignorantelli abbagliati. — Delle arti non capiva o non voleva capire nulla; sapeva solamente che gli idoli scolpiti dal genio ellenico avrebbero detronizzato quelli nazionali.

Ma di questa miopia nessuno potrebbe rimproverare Catone, perchè era troppo naturale che della civiltà greca lo col-

pissero solamente i lati ripugnanti e dissolventi, se anche Polibio non fece che levar lamenti su di essi. Ma per lo storico moderno è altra cosa: egli può abbracciare e penetrare e rievocare quella civiltà in tutti i suoi elementi e in tutto il suo organismo, e, come chi guarda la mole di un grande edificio da un colle lontano non deve prefiggersi di scoprir col binocolo gli errori di dettaglio, le deficienze di ornamentazione, le screpolature di questa o quella parete, ma deve cercar solo di giudicare dell'armonia delle linee, della compostezza dello stile, della grandiosità delle proporzioni, dell'imponenza insomma d'insieme, così egli può e deve sorvolare sulle mende, sulle lacune, sulle ombre della civiltà greca, per coglierne l'aspetto essenziale. Può e deve far ciò, perchè gli elementi tristi di quella civiltà: la mollezza, il lusso, la corruzione non ne sono davvero i tratti caratteristici, accompagnandosi sempre con lo sviluppo pletorico di ogni e qualsiasi civiltà: per rimanere nei limiti del mondo antico, della assiro-babilonese, come della persiana, della greca come della etrusca. Nè egli deve lasciarsi punto impressionare dal fatto che gli elementi peggiori son precisamente quelli che prima agiscono e trionfano su una società inferiore, mentre quelli vitali penetrano lentamente e faticosamente: egli deve trascendere dalle condizioni contingenti del primo momento di contatto, per cogliere nei secoli tutta la portata storica di esso.

Vediamo dunque di rievocare il quadro della civiltà ellenistica, di quella fase cioè della civiltà greca con cui i Romani vennero a contatto, mentre preparavano e svolgevano il loro primato.

1.

Vi è stato un tempo nel quale la battaglia di Cheronea veniva considerata come il termine della libertà greca, e con essa, se non addirittura con la guerra del Peloponneso, si faceva cominciare la decadenza della Grecia. In questo giudizio, come osservò magistralmente il Beloch,¹ si confondeva ingenuamente la Grecia con Atene, e si applicava per la valutazione storica il solo criterio estetico, come se la missione dei Greci fosse stata quella sola di far versi e di scolpire statue,

¹ *Hist. Zeitschr.*, vol. 84 (N. F. 48), 1900, p. 12. V. anche WENDLAND *Die hell.-röm. Kultur*, 2^a ed. (1912), p. 2 e segg.

e la loro gloria principale non stesse invece più che nei capolavori luminosi della loro arte, nell'aver essi additato per primi al mondo l'ideale della libertà politica e nell'aver liberato le menti dai vincoli della superstizione e gettate le basi di tutte le scienze.¹ Chè se invece si consideri l'efficienza del periodo ellenistico in rapporto agli obiettivi tutti della missione della Grecia nel mondo, si deve convenire che esso, anzichè un'èra di decadenza, segna il culmine dello sviluppo storico di quella nazione.²

II.

Cominciamo a guardare alle condizioni politiche. Ci stanno di fronte parecchie potenze, che per estensione, efficienza militare, organizzazione politica potrebbero sostenere il confronto con alcune delle moderne, sebbene naturalmente non con le maggiori.

Il primo impero attico aveva misurato 30-40.000 chilometri quadrati, e le sue entrate annue avevano raggiunta la cifra massima di sei milioni di franchi; l'impero di Dionisio aveva avuta una estensione di 25.000 chilometri quadrati. Eccoci ora dinanzi al regno Macedone di 90.000 chilometri quadrati circa con 3 o 4 milioni di abitanti; all'impero Tolemaico di più che 100.000 chilometri quadrati, 10 milioni di abitanti, 60 milioni

¹ Tanto più complessa e varia fu la missione dei Greci nella storia, quanto più complessi sono gli elementi costitutivi della forma della loro civiltà e della loro vita. Un'idea adeguata di questa molteplicità e varietà la possiamo ricavare, sulla scorta dei giudizi e delle riflessioni dei più autorevoli studiosi degli ultimi secoli, dal recente libro di BILLETER, *Die Anschauungen vom Wesen des Griechentums*, 1911.

² Il primo ad intuire l'importanza dell'Ellenismo fu, come è noto, J. G. DROYSSEN. Si veggano oggi le storie del NIESE (*Gesch. d. griech. und Maked. St.*, etc. Gotha, 1893-1903, 3 voll.), del BELOCH (*Gr. Gesch.*, III, parti 1 e 2, Strassburg, 1904) e del KAERST (*Gesch. des hell. Zeitalt.*, Leipzig, 1901 e 1909, I e II in corso di pubblicazione). Quella del BELOCH è certo la più importante come quella in cui la narrazione dei fatti politici meglio si intreccia con la rappresentazione delle condizioni sociali economiche ed intellettuali, sì da suscitare un quadro completo della vita del tempo. Si veggano anche l'*Histoire des Lagides* di A. BOUCHÉ-LECLERCQ (1903-1907, 4 voll.); *The House of Seleucus* di E. R. BEVAN (1912), la *Gesch. d. griech. Lit. in der Alex. Zeit* di F. SUSEMIHL; le parti relative della storia della filosofia di E. ZELLER (vol. 3); la *Gesch. d. gr. Ethik* di M. WUNDT (vol. 2^o, 1911); *The silver Age of greek World* del MAHAFFY (1906); l'opera già citata del WENDLAND, e, nonostante la loro forma stringata e riassuntiva, parecchie delle sezioni della *Einkl. in die Alt. Wiss.* di GERCKE e NORDEN e della *Kult. d. Gegenw.*

di entrate annue; all'impero Seleucilico di circa 3 milioni e mezzo di chilometri quadrati, con un 30 milioni di abitanti e un 80 milioni di entrate. E tutte queste monarchie avevano una loro amministrazione sviluppatissima, un ordinamento diligente e minuzioso di tutti gli organi, un disciplinamento rigoroso di tutte le funzioni. In Egitto in modo particolare, ma più o meno in tutti gli altri Stati, si erano organizzati dei veri dicasteri della guerra, della marina, delle finanze, della giustizia, dei lavori pubblici, dell'amministrazione provinciale.

Ma ciò che più ancora ci impone ammirazione sono i progressi interiori, direi, della riflessione politica.

L'antichità classica non aveva saputo elevarsi mai sul concetto della *πόλις* e le erano quindi rimaste affatto estranee quelle che sono le note caratteristiche della concezione moderna dello Stato.

Solo il periodo ellenistico seppe spezzare i ceppi delle prevenzioni antiche e solo durante il suo corso, nell'Ellade propriamente detta, si pervenne alla costituzione dei *κοινά*, vere e proprie confederazioni nel senso moderno della parola, raggruppamenti cioè di comuni cittadini sulla base della conservazione delle autonomie municipali e della completa parificazione dei diritti di tutti i membri. Con questo passo i Greci seppero trionfare, sia pure parzialmente, sopra la più funesta delle tendenze di loro razza, lo spirito cioè particolarista e separatista, e dimostrare, per la prima volta al mondo, la conciliabilità della libertà costituzionale coll'unità nazionale.¹

Se alla madre patria spettò in questa età la conquista e lo sviluppo di una concezione federatista, il progresso della riflessione politica e della esperienza costituzionale si affermò in modo notevole anche in alcune delle monarchie ellenistiche: si affermò sovra a tutto nella sfera dei rapporti tra i sovrani e le città greche. Il rispetto delle autonomie locali, che fu base di questi rapporti, fu felicissimo innesto della civiltà greca sul tronco delle costituzioni barbariche. Vi furono persino Stati, nei quali il rispetto dell'autonomia da parte dei sovrani si estese, oltrechè nel campo della semplice amministrazione municipale, in alcune delle sfere del potere politico, talchè assunsero quasi figura di monarchie costituzionali: così

¹ Cfr. BELOCH, *art. cit.*, p. 14.

in Epiro e in Siracusa, così soprattutto, esempio veramente tipico, nel Regno di Pergamo. Fu qui che si pervenne a combinazioni sagge e sottili tra gli organi dell'autonomia cittadina e l'autorità regia centrale, onde si lascia constatare un parallelismo di ingerenza dei due enti, re e popolo, nel campo della legislazione interna, oltre che in quello dell'amministrazione. La costituzione degli organi legislativi della città, *βουλή* ed *ἐκκλησία*, si atteggia nella forma più adatta a subire la moderazione dell'autorità centrale, nel momento stesso in cui il sovrano rispetta tutte le forme che possono lasciare al popolo l'illusione di un potere effettivo, di una continuazione di sovranità, di una coordinazione più che di una subordinazione al re.¹

Queste forme costituzionali, insieme con quelle delle confederazioni, rappresentano la più sapiente articolazione, direi, cui pervenne il diritto pubblico ellenistico, il più alto grado delle concezioni politiche greche, quali si svilupparono e si fissarono per il contatto e per gli scambi reciproci dei residui dell'antico ideale classico della *πόλις* col nuovo della monarchia universale.

Nei riguardi economici, le conquiste di Alessandro, la fondazione di tante nuove città, l'entrare in circolazione degli incommensurabili tesori dell'impero persiano aveano avuto come conseguenza uno slancio senza pari, non arrestato nemmeno dalle violente lotte per la successione del grande Macedone. Il centro economico si era spostato dalla penisola greca verso l'oriente; nuove vie erano state aperte al commercio mondiale, meravigliose opere compiute: si pensi soprattutto ai lavori pel canale di Suez.

Nè è questo il luogo di parlare diffusamente dello sviluppo demografico industriale e commerciale di Alessandria, di Antiochia sull'Oronte, di Seleucia sul Tigri, di Rodi. Basti dire che Alessandria era giunta a un mezzo milione di abitanti, Antiochia e Seleucia a parecchie centinaia di migliaia, e che il movimento commerciale di Rodi può essere valutato

¹ Del regno di Pergamo, la cui azione fu molto notevole, perchè costituì un coefficiente essenziale così di quel processo storico pel quale Roma pervenne ad affermare il suo dominio sul mondo greco, come di quell'altro più importante assai, per cui la civiltà ellenistica vinse alla sua volta i vincitori, si è occupato l'A. di questo articolo in un suo volume (*Il regno di Pergamo*, Roma, 1906).

alla somma annua di 125 milioni di lire. In pari tempo lo sviluppo degli istituti bancari, che riscontriamo in tutto il mondo greco, per quanto in Egitto avesse assunto le proporzioni più vaste, è prova del trionfo assoluto dell'economia monetaria e dell'incremento vertiginoso degli affari, che è naturalmente un fenomeno parallelo all'incremento della produzione e del capitale.

Non manca, si intende, il rovescio della medaglia, che è, anche qui, la proletarizzazione delle masse, l'indebitamento della proprietà rurale, l'antagonismo fra agricoltori e capitalisti.

E passiamo al campo che sogliamo chiamare culturale.

III.

La speculazione filosofica di questo periodo non conobbe la profondità di quello precedente, chè anzi nessuno spirito veramente sommo sorse nel campo delle scuole antiche, e pressochè nessuno dei sistemi gettati dai grandi pensatori del passato ebbe un'ulteriore elaborazione interna. Egli è che i maestri dell'oggi stavano spesso a grande, generalmente a notevole distanza da quelli di ieri, ed, ignari del soffio possente del genio, erano ben lungi dal poter suscitare colpi d'ala nei loro discepoli. Ai discepoli non potevano che additare le grandi vette, incapaci di condurveli essi stessi. E i fondatori delle nuove scuole, Zenone ed Epicuro, anzichè spaziare pei cieli aperti solo ai grandi veggenti, non fecero che tastare, come è stato detto molto bene, il polso alla loro età e dare impulso ed espressione insieme ai pensieri sonnecchianti della grande massa delle persone di coltura e di mezza coltura, in guisa che per circa sei secoli poterono offrire ad esse nei loro sistemi dogmatici il nutrimento di cui avevano bisogno.

E questo è appunto un grande merito della filosofia ellenistica. Essa discende dall'empireo in terra, rientra a contatto con la vita pulsante dei piccoli, diviene pensosa dei loro bisogni, e cerca di interpretare e di dirigere insieme le aspirazioni essenziali della loro anima. Corrispondentemente alle tendenze dell'epoca essa assume una direzione sostanzialmente etica ed individualistica, e con questa cerca di riparare al vuoto disperante che si era fatto nella vita dell'umanità dal momento in cui sotto i fieri colpi della critica era caduto l'edificio del Paganesimo, senza che spuntasse ancora nessuna

nuova idealità religiosa concreta e dotata di sufficiente forza espansiva. E da tempo il politeismo era stato colpito a morte nel cuore: chè già la filosofia ionica avea distrutto ogni fede positiva negli dei. Orbene la filosofia classica non avea saputo esprimere dalla sua speculazione valori religiosi capaci di affermarsi alle folle e di trasformarne l'anima, non avea saputo insomma nè sviluppare, nè additare nemmeno i fattori di una concezione religiosa popolare. Se si parla del trionfo del pensiero monoteistico con Anassagora e con la dottrina degli Eleati, si dimentica che qui si tratta di un movimento quasi puramente teoretico limitato ad una cerchia assai ristretta di persone colte. Nemmeno Platone avea saputo dare un Dio agli uomini: avea bensì divinizzato l'anima umana, ma questa divinizzazione e l'idea del bene erano inaccessibili ai più. E dopo di lui la filosofia avea continuato nella sua opera distruttrice; chè anzi nella speculazione teoretica ellenistica predomina il materialismo. Il peripato infatti si era liberato completamente con Teofrasto, e soprattutto con Stritone di Lampsaco, da ogni traccia di metafisica socratico-platonica e avea cercato di accreditare con l'indagine sempre più estesa della natura la base scientifica della concezione materialista; Epicuro, riprendendo e integrando la spiegazione atomica democritea dell'universo, in sostanza avea messo gli dei in soffitta, ed Evemero finalmente col suo romanzo fantastico avea lavorato a superare le ultime resistenze religiose dell'anima popolare, a reprimere gli ultimi aneliti di una fede in qualche forza metafisica. Ma in questo stesso momento, e nel momento stesso in cui la skepsis Pirroniana invade con la sua forza dissolvitrice la scuola Megarese e l'Accademia, la filosofia ellenistica con la sua orientazione etica sa riparare alla sua critica distruttiva e sa indicare gli elementi di una ricostruzione religiosa interiore. Chè non solamente lo Stoicismo rappresenta uno dei tentativi più eminenti che mai sieno stati fatti di conciliazione tra la fede e la scienza, ma l'Epicureismo stesso è, in fondo, un sistema religioso, come lo Stoicismo: nell'uno e nell'altro sistema la fede dei fondatori era qualche cosa di decisivo, i lor principî dogmi, le loro massime norme inderogabili pei seguaci: quelli che si potrebbero chiamare gli illuminati del tempo aderirono ad Epicuro, quelli che avean bisogno di una fede più austera e positiva, a Zenone. E la vitalità dei due sistemi, la corrispondenza loro alle vi-

brazioni dell'anima sociale la si vide presto in Atene, quando essi in brevissimo tempo, pur combattendosi a tutta oltranza tra di loro, riuscirono a far cadere nell'ombra le scuole più antiche e venerate, forti di tutta la gloria delle loro tradizioni e pure anche di tutti i mezzi materiali di sussistenza e di propaganda.

Così la filosofia ellenistica andava incontro alla vita e alle folle, e mentre con la sua speculazione astratta recava gli ultimi colpi al politeismo della religione ufficiale, con le sue direttive etico-religiose cooperava alla elevazione e all'approfondimento del sentimento religioso della società.¹ Ed in questi elementi è da riconoscersi una larga compensazione al difetto di profondità e di sublimità che si rileva nella speculazione di questo periodo in confronto con quella del periodo precedente.

Ma, comunque, la filosofia non ebbe più in esso la posizione dominatrice di un tempo. Salgono al suo livello e le si assidono da presso alla pari le scienze positive, che ora appunto toccarono il culmine dello sviluppo loro consentito nel mondo antico.²

IV.

Meravigliose erano state le scoperte geografiche, promosse dalle spedizioni di Alessandro.

Eratostene era riuscito a fare la prima misurazione abbastanza prossima al vero del meridiano terrestre e a disegnare una carta mondiale. Aristarco di Samo aveva precorso Copernico, affermando la rotazione e la rivoluzione della Terra; Apollonio di Perge aveva sviluppato quel sistema degli epicicli, che, col nome di sistema Tolemaico, dominò tutto il Medio Evo e, d'altra parte, proseguendo l'opera di studiosi precedenti, aveva genialmente elaborato quella dottrina, che fu fondamentale per la determinazione della traiettoria dei pia-

¹ Quanto l'antica fede nel periodo ellenistico fosse scossa lo stanno a dimostrare l'acquiescenza che trovò il culto regale, la recezione facile e condiscendente di numerosi riti stranieri, il grande successo che ebbe nel pubblico la cronica sacra di Evemero; ma dell'affinarsi e dell'approfondirsi parallelo del sentimento religioso in questo periodo è uno dei tanti indizi il credito crescente delle cerimonie espiatrici orfiche e pitagoree, dei misteri Eleusini e Samotraci.

² V. M. SIMON, *Gesch. d. Math. im Altert.*, Berlin, 1909; J. L. HEIBERG, *Naturw. u. Math. im Klass. Altert.*, Leipzig, 1912.

neti, fatta da Keplero. Archimede, che nel suo vasto genio, col più elevato criterio sperimentale, accoppiò la più felice intuizione speculativa, attraverso varie e fondamentali questioni di geometria e di statica, aveva elaborato quei metodi di analisi infinitesimale, che, ripresi poi nel Rinascimento, condussero Leibnitz e Newton alla costruzione del calcolo differenziale e integrale.¹

Teofrasto aveva gettato le basi della botanica.

Erofilo di Calcedonia era giunto a mirabili constatazioni sulle funzioni del sistema nervoso e del cervello, e, lontano precursore del Serveto, del Cesalpino e di Harvey, sulla circolazione del sangue; maggiori conquiste in questo stesso dominio della fisiologia avevano arriso ad Erasistrato di Ceo. Egli è che era stato vinto lo scrupolo di sezionare i cadaveri, ed anzi i medici di Alessandria, oggetto certo d'invidia ai loro colleghi moderni, erano giunti a praticare vivisezioni sul corpo dei condannati a morte. Di tutto ciò si era avvantaggiata la chirurgia, impadronendosi della tecnica delle più difficili operazioni.²

Se la medicina rimaneva nella sfera dell'empirismo, e se dalla scuola di Filino di Coe e di Sarapione di Alessandria uscivano medici, che proclameranno la virtù provvidenziale dei rifiuti del coccodrillo, non è chi se ne scandalizzerà, ove si rifletta alla differenza di posizione che esiste ancora oggidì tra medicina e chirurgia.

Come nel campo delle scienze positive, si era lavorato febbrilmente nell'istoriografia e nella filologia con varietà di indirizzi e con fervore di polemiche. Rami prima affatto trascurati ebbero ora l'onore di studi e di indagini pazienti. Senocrate di Atene prima e poi Antigono di Caristo avevano dato opera alla storia dell'arte, ispirandosi a vedute che diresti moderne, e molti furono gli scritti di storia delle varie scienze, gli studi di critica del testo e di esegesi dei poeti.

¹ Di questa gloria, che è tra le principalissime di Archimede, ha dato la più bella conferma la scoperta fatta nel 1907 dell'*ēpodos* (v. *Hermes* 42 ed il 2^o vol. della 2^a ed. delle opere di Archimede curata dallo HEIBERG, Leipzig, 1913).

² V. specialmente J. PAGEL, *Einf. in die Gesch. d. Med.*, I, 2^a ed., e l'articolo *Erasistratus* del WELLMANN nella « R. Enc. » di PAULY-WISSOWA.

V.

E nelle arti è poi vero che il periodo ellenistico fosse rimasto così addietro a quello classico?

È certo che non ne raggiunse le vette, ma è ugualmente certo che fu attivo, fecondo, spesso geniale, e che la sua produzione, specialmente in alcuni rami, esercitò sullo sviluppo successivo un'influenza anche maggiore di quella dei grandi modelli del periodo classico.

La commedia nuova con la sua elegante finezza e col suo garbato realismo aveva segnato una bella pagina nella storia della letteratura; l'epica e la lirica avevano avuto uno sviluppo originale, per quanto troppo spesso artificioso.

Ed intanto centinaia di nuove città erano sorte dall'Ellesponto al Nilo e all'Indo, ed in tutte l'architettura aveva trovato vasto campo di affermazione. Appartengono a questo periodo il Didimeio, col suo fronte di 10 colonne alte più di 20 metri ciascuna, e i grandi tempi di Cizico, di Magnesia al Meandro, di Teo, di Coe e di Samotraccia; gli altari di Jerone di Siracusa e di Eumene di Pergamo; i superbi castelli reali di Alessandria, di Antiochia, di Siracusa, le magnifiche opere portuarie di Alessandria e di Seleucia, i parchi deliziosi di Dafne sull'Oronte, e centinaia di buleuterii, di ginnasi, di corti di giustizia. Nessun problema architettonico sembrava difficile, nessuna audacia irraggiungibile, nessuna grandiosità eccessiva, e se solo forse in un delirio pazzesco Stasicrate aveva sognato di trasformare la piramide montuosa dell'Athos in una statua di Alessandro con una città di diecimila abitanti su una mano, era stata però una realtà il rogo che egli per ordine di Alessandro aveva innalzato per il cadavere di Efestione alto sessanta metri su una superficie di 180 metri quadrati, con trenta sale, magnificamente decorato tutto d'oro fino; ed una realtà furono poi il padiglione di gala di Tolomeo II innalzato su 14 colonne, alte ciascuna più di venti metri, capace di 130 « klinai », adorno di tappeti istoriati e di statue vestite di stoffe regali; una realtà le navi di Tolomeo IV e di Jerone II, veri palazzi galleggianti con sacrari, giardini, ginnasi.

Doviziose selve di statue votive erano fiorite intorno ai santuari più venerati della nazione, ad Olimpia come a Delfi,

sull'Acropoli come a Delo; e molte tra esse erano uscite dalle officine di artisti assai pregiati, che, se non ebbero il genio dei predecessori, ebbero più pieno di essi il possesso della tecnica.

Quale forza di caratterizzazione e di realismo la plastica fosse riuscita a possedere ce lo possono dire le statue vaticane di Posidippo e dello pseudo-Menandro, il pugilista del Museo delle Terme, il fauno Barberini, i vari ritratti di Demostene, di Eschine, dello pseudo-Seneca, ecc., — quali audacie di tecnica, la Nike di Samotraccia e i gruppi del toro farnese e del Laocoonte, — quale espressività di pathos tormentoso la Medusa Ludovisi, le varie statue pergamene di Galli, di Amazzoni, di Giganti, — quale finezza di esecuzione, quale fascino invincibile di grazia, di sogno, di profumo, direi quasi, la Giovinetta d'Anzio, e l'Hypnos di Madrid. E di tutti i pregi come di tutti i difetti, di tutte le luci come di tutte le ombre della plastica ellenistica è monumento sintetico la gigantomachia dell'altare di Eumene II, in cui vedi mirabilmente scolpita la furia degli elementi e la pietà umana, il dolore della morte e la bellezza trionfante degli dei.

Dello sviluppo della pittura giunge a noi un pallido sentore attraverso il mosaico della battaglia di Issa, il sarcofago di Sidone, gli affreschi pompeiani (si pensi specialmente alla liberazione di Io, a quella di Andromeda, all'Achille tra le figlie di Licomede); del progresso della glittica ci possono dir qualche cosa i cammei Alessandrini e il piatto farnesiano, di quello della toreutica le coppe di Boscoreale e di Hildesheim, di quello dell'oreficeria la suppellettile delle tombe della Russia Meridionale.

Sarebbe stoltezza dire che ci troviamo dinanzi ad un'arte figurativa più perfetta di quella precedente. La gloria dei grandi maestri non fu raggiunta più mai, ma siamo sempre di fronte ad un'arte piena di vigoria e di splendore, con sua peculiare ragione di vita, suoi motivi ed obbiettivi indipendenti, un'arte, ad ogni modo, che sta più vicina assai al nostro sentimento e alla nostra concezione che non quelle anteriori. La pervade un senso incalzante di realismo, che la porta a cercare i suoi soggetti nel bel mezzo della vita giornaliera, negli strati più umili della società: vecchie ubriache, pescatori, parrucchieri, monelli, giocatori di astragali o di morra; la anima una maggiore forza di espansione, che la fa penetrare, con le

innumerevoli statuine di genere e con le terrecotte del tipo di Tanagra, nei giardini e nelle case delle famiglie più modeste; la nobilita e le apre nuove vie, un approfondirsi notevole del sentimento della natura. Fu solo, si pensi, in questo periodo che la pittura conobbe un nuovo genere, quello del paesaggio.

Riepilogando: filosofia meno profonda, ma più accessibile e pratica di quella precedente; letteratura ed arti meno sublimi, ma spesso più commosse ed umane; mirabile ampliamento degli orizzonti intellettuali, progresso vertiginoso delle scienze positive, partecipazione molto più estesa ed intensa delle classi inferiori alla coltura e conseguente loro elevazione — tali sono le caratteristiche salienti della civiltà ellenistica considerata nei limiti del suo ciclo storico. E se, sconfinando da questo, ci faremo a considerare tutta la portata della sua efficienza, tutto il valore cioè che essa ebbe nella storia universale, dovremo convenire che in essa appunto va spostato il centro di gravitazione dell'influenza esercitata dal mondo greco sullo sviluppo della civiltà umana. I fondamenti della nostra civiltà, infatti, sono in quella che sogliamo chiamare greco-romana, e gli elementi essenziali nella costituzione di questa sono gli ellenistici; ellenistica fu, in sostanza, quella forma di civiltà, con la quale la Chiesa Cristiana venne a contatto e dalla quale subì le maggiori influenze nella fede e nella dottrina, nei costumi e nei riti, nella letteratura e nell'arte.¹

VI.

Di fronte alla complessità e allo sviluppo della civiltà ellenistica, i Romani del III secolo a. C. appaiono certo quel che apparvero ai Greci: dei barbari. Solo nel campo dell'organizzazione politica potevano gareggiare con loro; chè, in realtà, il sistema delle annessioni, con l'estensione della cittadinanza, e della espansione federale, poteva bastare bene ai compiti e ai fini dello Stato romano, finchè questo era contenuto nei limiti dell'Italia. Solo nel campo dell'efficienza militare erano superiori a tutti gli Stati ellenistici, chè soli

¹ V. WENDLAND, op. cit., e HATCH nella trad. tedesca di PREUSCHEN *Griechentum und Christentum*. Una raccolta di giudizi recenti sull'efficacia storica dell'ellenismo vedila in BILLETER, op. cit., p. 463.

avevano un grande esercito nazionale. Mettere in campo 40 o 50.000 uomini era per loro cosa facilissima, e durante la II Punica ne avevano tenuto spesso sotto le bandiere 100.000. Ma non alla stregua dell'efficienza militare e nemmeno a quella dell'organizzazione politica è possibile misurare il livello della civiltà di un popolo. In tutte le manifestazioni dello spirito i Romani erano inferiori ai Greci.

La loro religione non era altro che un vuoto formulario; produzione letteraria di indole artistica ne avevano cominciato ad avere appena verso la metà del III secolo a. C., e si era trattato di principii assai umili: rozze imitazioni dal greco, per lo più di commedie, e altrettanto rozze poesie epiche.

Quanto alle arti figurative, i Romani non solo non avevano per esse nessuna disposizione innata, ma facea loro difetto ogni intelligenza ed ogni educazione sia pure rudimentale, sì da dover ricorrere in ogni evenienza ad artisti greci od etruschi.

Ancora a mezzo il II secolo a. C. a Polibio era riserbata la triste sorte di vedere tra le rovine fumanti di Corinto i soldati romani giuocare a dadi sul Dioniso e sull'Eracle furante di Aristide. E quando per salvare uno di quei quadri preziosi, un re, discendente da una stirpe che della protezione delle arti aveva fatto il vanto suo più ambito., Attalo II, offrì 100 talenti, il duce di quei soldati non seppe pensare altro, che chi sa quale forza arcana d'incantesimo possedessero quelle opere, e, sul punto di imbarcare per Roma il suo prezioso bottino, avvertì severamente gli assuntori del trasporto, che, se qualche statua o qualche quadro fosse andato perduto, li avrebbero dovuti ripagare nuovi. Possiamo giurare che, se qualche marinaio greco sorprese quest'avvertimento, dovette riderne dello stesso riso amaro, che qualche anno innanzi aveva suscitato in Polibio lo spettacolo di quell'Anicio, conquistatore di Illiria, che, avendo riunito sul teatro, per far più bello il suo trionfo, i musicisti più celebri della Grecia, prese in uggia che essi suonassero in concorde armonia, ed ordinò loro di inscenare una specie di battaglia musicale, in cui ciascuno andasse per conto suo, e cercasse di sopraffare gli altri.

Il diritto stesso, per quanto creazione in buona parte almeno coerente ed organica, era però in una fase in cui minacciava di restar soffocato dall'astruseria delle formule e dalle pantomime allegoriche della procedura.

Ed intanto gli spettacoli preferiti erano la caccia alle

belve e le lotte dei gladiatori; nessun senso di umanità di fronte agli schiavi, men che nessuno di fronte ai vinti.

Questa in sostanza la civiltà romana verso il tempo della II guerra Punica.

Tra essa e la greca vi era un divario così netto e profondo, uno stacco così dirupato da far temere che non fosse possibile nessuna intesa tra vincitori e vinti, nessuna fusione delle due civiltà, e qualche profeta di sciagura avrebbe potuto predire, con la caduta della Grecia, la diffusione delle tenebre pel mondo, il tramonto di tutte le attrattive che fanno bella la vita, la soffocazione di ogni germe di arte, di scienza, di libertà.

Così non fu, chè i Romani seppero invece accogliere tutti gli elementi essenziali della civiltà ellenica.

Bastarono i primi contatti diretti col mondo greco per fare irrompere in Roma tutta una larga corrente di cultura, che guadagnò subito le classi più elevate della società, nonostante qualche resistenza nazionalista inevitabile e talora assurgente al grado di una reazione tanto più violenta, quanto più impotente e conscia della propria impotenza. Ma a che valgono i motteggi, le ironie, le diatribe irose di un Catone di fronte ai fervori ellenizzanti, che scaldano il petto e accendono l'immaginazione delle più grandi personalità del tempo: Scipione l'Africano, Tito Quinzio Flaminio, Fulvio Nobiliore, Emilio Paolo, Scipione l'Emiliano?

E accadde così che la recezione della coltura greca nel mondo romano si compì in un ciclo relativamente assai breve, e fu recezione che si verificò in ogni ramo ed in ogni branca dello scibile, nella letteratura come nell'arte, nella filosofia come nella religione, nella politica come nel diritto.

Non è chi non vegga quanto già di per sè sia prodigiosa questa recettività, ma non è qui la gloria principale dei Romani, chè essa sta invece in primo luogo nelle energie assimilatrici ed integratrici con cui la esplicarono, e in secondo luogo nella forza espansiva che alla nuova civiltà accolta ed assimilata seppero infondere, nella diffusione mondiale, cioè, che essi, solamente essi, come è universalmente noto ed ammesso, le assicurarono.

Il primo punto è stato completamente dissimulato da tutti i piagnoni, che hanno lamentato la tardità, la pigrizia mentale, l'assenza d'originalità e di genialità dei Latini di fronte

ai Greci. Costoro hanno dimenticato, che, per quanto grande fosse la recettività che i Romani mostrarono per ogni ramo della civiltà greca, non si lasciarono però mai ellenizzare,¹ non travasarono mai puramente e semplicemente i dati della coltura straniera nel loro ambito spirituale, ma seppero trasferirli tra gli elementi vitali del loro organismo mentale, farli, per così dire, sangue del loro sangue, cosa veramente loro.

È vero, p. es., che negli Stati ellenistici essi trovarono già abbozzati gli schemi della loro amministrazione provinciale, onde il più grande conoscitore del diritto pubblico romano poté proclamare alto che il governo regale ellenico-orientale fu il fondamento del sistema provinciale dei Romani; ma con quanta sapienza ed abilità essi, dopo le incertezze, le esitazioni e gli errori del periodo di passaggio, seppero costruire su quelle fondamenta e sviluppare quegli schemi, specie quello della tolleranza dell'autonomia sulla base di costituzioni cittadine timocratiche! L'amministrazione imperiale romana è certo qualche cosa che trascende nella sua perfezione quella di tutti gli Stati ellenistici, l'Egitto non escluso, di tanto di quanto la sua sfera era più estesa, e quanto più numerosi e diversi erano i popoli soggetti, e più complicate le responsabilità e i compiti del governo.

E farebbe opera altrettanto odiosa quanto stolta e presuntuosa chi cercasse di sfrondate la corona che cinge il capo della grande madre, e la proclama regina di diritto nel mondo.

Egli è certo che pel passato è stata esagerata la convinzione dell'autonomia e dell'indipendenza del diritto romano, e si prestò troppa fede al dogma della sua evoluzione lenta e graduale, per la quale il diritto giustiniano altro non sarebbe stato che l'elaborazione, lo svolgimento ultimo degli istituti dell'antico popolo.

La ricerca degli emblemi nelle Pandette, lo studio, cioè, delle interpolazioni, ed insieme le grandi scoperte papirologiche hanno scalzato le basi di questa concezione, ed hanno dimostrato luminosamente che non tutto il progresso del diritto

¹ Come correttivo a coloro che esagerano l'ellenizzazione dei Romani, o almeno non sanno vedere altro che la forza culturale prepotente dell'ellenismo, si raccomanda di porgere qualche attenzione al fenomeno parallelo della penetrazione del romanesimo in Oriente. Un pregevolissimo tentativo di cominciare ad osservare il mondo antico da questo lato si ha nel libro di H. HAHN, *Rom und Romanismus in griech.-röm. Osten*, 1906.

romano può essere attribuito alla facoltà creatrice della nazione, profonde essendo state invece anche in questo campo le influenze delle istituzioni greco-orientali.¹ E ciò è consono a quanto si doveva attendere dal giuoco di tutte le forze agenti e reagenti nel contatto della civiltà romana con quella provinciale. È di per sé chiaro, ed avrebbe anzi dovuto essere per menti, immuni da pregiudizi, verità lampante ed intuitiva questa, che la recezione del diritto romano nelle provincie non poteva verificarsi senza che esso subisse una larga immissione di principii dei diritti preesistenti, e che ciò doveva avvenire in modo particolare nelle provincie greche, che si trovavano in possesso di forme giuridiche più elevate di quelle romane. Questo fatto alla sua volta non poteva mancare di reagire potentemente sul diritto romano, ed anzi possiamo dire che la grande trasformazione di questo, che dalla figura gretta di diritto d'una città assurse a quella di diritto universale, si compie appunto attraverso questa reazione. Larghe furono dunque anche nell'epoca classica le influenze del diritto greco su quello romano.² Incerte ed inafferrabili nelle età precedenti divengono già importanti e tangibili nel II sec. a. C., e così doveva essere, perchè, questa essendo età di rivoluzione in ogni campo della coltura romana per l'influenza dei contatti con la civiltà greca, era inevitabile che i giureconsulti avessero preso parte al grandioso movimento.

Crisippo aveva fondato una teoria generale del diritto, proclamando la legge naturale; la legge civile non doveva essere l'effetto di convenzioni arbitrarie; la tradizione non poteva più aspirare ad autorità assoluta; ma la norma doveva sprizzare per opera della ragione dai rapporti necessari di eguaglianza intercedenti tra gli uomini. Ed ecco che sotto l'influenza di questa teoria, anche tra i Romani il ragionamento viene ad irrompere in ciò che stava divenendo scienza di parole, culto cieco di formule consacrate. Inizia la rivoluzione il grande giureconsulto Scevola, stoico come Crisippo.

Ma comunque, le influenze greche sul diritto romano, sebbene già a partire da quest'epoca fossero notevoli, fino al secondo secolo dell'impero non valsero ad intaccarne la compa-

¹ Cfr. P. BONFANTE, *Le affinità giuridiche greco-romane*, in « Riv. di Storia Ant. », 1910, p. 79, cfr. 75.

² V. NIESE, *Staat und Gesellschaft der Römer in Kultur der Gegenwart*, Teil II, Abt. IV, 2, pag. 257 seg.

gine, poichè i Romani seppero invece con essa amalgamarne organicamente i prodotti. Talchè il loro diritto, sino agli Antonini almeno, ci si presenta come un blocco solido e coerente di fabbrica romana, seppure alcuni, anzi parecchi degli elementi che lo costituiscono non siano romani.

Ed è per ciò che, entro i limiti di questo periodo, non bisogna esagerare — come oggi accenna a fare qualcuno — le influenze ellenico-orientali sul diritto romano, o meglio non bisogna snaturarne il carattere a fine di soffocare l'originalità della stirpe italica in quell'unico campo nel quale finora era stata rispettata. Solo dopo gli Antonini si verificò, come nel campo del diritto pubblico, nel diritto privato una profonda rivoluzione dovuta appunto all'irruzione violenta di istituti e di consuetudini provinciali in ispecie di origine greca o greco-orientale. « L'estensione della cittadinanza a tutto l'impero, il trasporto del centro di gravità in Oriente », scrive il Bonfante,¹ « sono i motivi e segnano l'inizio della crisi laboriosa ». Fu allora che molti prodotti spuri penetrarono nel diritto, molti innesti stranieri si effettuarono sul suo vecchio tronco; fu allora specialmente che si costituì il più gran numero delle sovrastrutture giuridiche greco-orientali; ma nemmeno allora avvenne l'ellenizzazione del diritto romano; sibbene una elaborazione più attiva, più trasformatrice, talora rivoluzionatrice, romano-ellenica.

E così la gloria di quella forma concreta del *Corpus iuris*, che ebbe tanta forza di penetrazione presso tutti i popoli civili del mondo, è una gloria, che resta a Roma più che alla Grecia, o che almeno spetta ai due popoli in proporzioni uguali.

E nel campo dell'arte, che è quello nel quale i Romani sono stati più tartassati ed accusati d'impotenza e di sterilità, la loro opera fu davvero così negativa, come ad alcuno piacquero credere? Quanto alla letteratura, no in modo assoluto. Se qualcuno pensa che la letteratura latina non sia che una traduzione di quella greca, pensa cosa stoltissima. A confutare con eloquente immediatezza una simile eresia, basta ricordare la vitalità di quella letteratura. Essa non fu traduzione, ma imitazione di quella greca, ed imitazione significa elaborazione, e la elaborazione di elementi già sussistenti nel patrimonio artistico è l'unica via con cui l'arte procede, poi che le forme

¹ Mem. cit., p. 80.

tipiche ne siano state create ed affermate. È evidente che, se si volessero condannare nell'arte le forme greche, si colpirebbero in pari tempo che i sommi artisti di Roma, molte delle glorie più autentiche delle letterature moderne, anzi si colpirebbe, in complesso, gran parte della produzione di queste, la quale non è che derivazione da quella greca, e spesso anzi pel tramite della latina. Naturalmente il rapporto generale di dipendenza della letteratura latina dalla greca è più stretto che quello delle letterature moderne, perchè fu immediato e diretto, nè si può negare che il contributo di fattori originali e nazionali arrecato dai Latini al patrimonio artistico universale fu più limitato di quello che va riconosciuto a parecchi dei popoli moderni, ma è ugualmente certo che l'imitazione loro, se talora fu servile e pedissequa, più spesso fu libera, autonoma, elastica, anche nelle prime fasi (basti pensare ad Ennio ed a Plauto), e nelle successive assurse ad elevatissimi gradi di genialità, direi quasi, se la formale contraddizione apparente non mi facesse temere l'accusa di bisticcio, di originalità. Sì, se Lucrezio, Catullo, Vergilio, Properzio, dall'una parte; Cicerone, Sallustio, Tacito dall'altra furono imitatori, furono imitatori originalissimi.

La letteratura greca contemporanea non ha nessun nome che possa essere nemmeno approssimativamente paragonato con loro, quella più antica ne ha molti più grandi assai per forza di creazione e perfezione di forme, ma nessuno egualmente grande per fascino di simpatia umana. Essi intrecciarono molti fili schiettamente romani nella grande trama greca. Ed è con un legittimo senso di soddisfazione che qualche mese fa, dopo tanti esempi esotici di ostinata disconoscenza dei meriti della letteratura latina, — suffragati in modo altrettanto vuoto, che apparentemente impressionante dai vantati incrementi recati alla letteratura greca dalle scoperte papirologiche, — ci fu dato di leggere le parole, con le quali il più grande conoscitore della letteratura greca, il Wilamowitz, chiudeva una sua comunicazione all'Accademia di Berlino circa i rapporti tra Minnermo e Properzio:

« Con l'indicazione dei loro esemplari », scriveva egli ¹ con quel suo stile dal largo respiro pieno di scatti e di vita, « si uccidono solo i poeti che non sono poeti. Ed invece i poeti

¹ *Sitz. Ber. d. Berl. Ak.*, 1912, p. 122.

romani della breve età dell'oro, i quali ancora non andavano a chiedere ai retori le ricette a buon mercato, con cui si poteva dir tutto e niente, imparavano a conoscere dai grammatici con lavoro serio e diligente molti e molto varî poeti greci. Succhiando il polline dai più diversi fiori essi sapevano dare al loro gusto la più nobile delle conformazioni, ma quel che producevano era miele loro. E se sorgessero dalle tombe Alceo e tutti e nove i lirici, Orazio rimarrebbe Orazio, per quanta efficacia stimolatrice essi possano avere esercitata su di lui. Così Properzio e Tibullo divennero i creatori di una nuova elegia, della loro elegia, ciascuno della propria, per quanto noi in parte sappiamo ed in parte sentiamo che così nel materiale come nella trattazione moltissimo debbono ai Greci ». Così il Wilamowitz.

La letteratura latina resta dunque uno sviluppo ed una elaborazione ulteriore dei generi derivati dalla greca, uno stadio nuovo e progressivo della letteratura mondiale ellenistica. E la gloria principale di essa, presa nel suo tutto insieme, fu che ad essa riuscì, sebbene in modo molto imperfetto, la fusione della poesia classica greca con la poesia dei nuovi tempi, quella, cioè iniziata da Euripide, vale a dire di due indirizzi e di due generi letterari affatto diversi. La fusione riuscì ai Romani, ripeto, solo imperfettamente, chè piena e luminosa l'attuaronò appena i moderni. Ciò nonostante il suo tentativo stesso fu opera grandiosa, quando si pensi che, in fondo, non ebbero animo di imprenderlo nemmeno gli artisti ellenistici.¹ Basterebbe questo sforzo a nobilitare tutta la letteratura romana, a fare intendere con quanta ingiustizia la si definirebbe letteratura di imitazione, quando con questa parola si volesse esprimere più il concetto di riproduzione servile che quello di elaborazione progressiva.

Renderà del resto giustizia completa all'elasticità mentale, alla squisitezza del sentimento, alla duttilità dell'immaginazione, alla genialità artistica insomma dei Romani, se non ingenua, acquisita, chi si faccia a considerare che Virgilio viene appena un secolo e mezzo dopo Ennio e chi si prenda la pena di confrontare la letteratura latina non solo del I° ma pure del II secolo a. C. con quella germanica del VI secolo di C. I Germani allora erano già venuti a contatto stretto e diretto con la coltura greco-romana; ebbene nel campo spiri-

¹ V. BELOCH, *Griech. Gesch.*, III, 521.

tuale essi non avevano saputo produrre nulla, assolutamente nulla al di fuori dei loro canti eroici. Saranno stati originali come volete, ma quanto più luminose le opere di imitazione dei Latini a cominciare da Plauto!

Quanto alle altre arti, forse solamente nell'orbita dell'architettura si può tributare ai Romani un giudizio altrettanto favorevole che nella letteratura, e anzi più favorevole ancora, perchè qua, oltre che riconoscere all'opera loro un significato di libera ed ulteriore elaborazione degli schemi e delle foggie ellenistiche, si può anche parlare di loro prestazioni veramente originali.¹ Nelle arti figurative invece la scintilla, non dirò creatrice, ma sia pur solamente sviluppatrice, si apprese solo di rado al loro petto. Tuttavia sarebbe ingiustizia anche qui taciarli di sterilità impotente e di dipendenza di mestieranti, perchè vi ebbero dei generi, il ritratto ed il rilievo, in cui diedero prova di abilità indiscutibile.

E vi ha tutta un'altra vasta zona spirituale, nella quale i Romani non poterono corrispondere all'impulso della civiltà greca, quella delle scienze positive, che vediamo arrestarsi e declinare, mentre tanto superbe speranze aveva suscitato il loro sviluppo meraviglioso durante il periodo ellenistico, ma la ragione di questa grave falla della coltura romana, secondo me, solo in parte può dipendere dalla mancanza naturale ed ingenita nei Latini di ciò che Strabone chiama τὸ φιλεῖδμον (lo spirito di indagine), dalla ripugnanza alla θεωρία, e dall'inquadratura utilitaria della loro mentalità, chè per altra parte, e forse maggiore, deve dipendere da una causa più remota e generale: il fatto, cioè, che quelle scienze avevano raggiunto nel periodo ellenistico il massimo grado di sviluppo loro consentito dalle condizioni dello spirito antico e dai mezzi di indagine, onde doveano fatalmente ristagnare, e ristagno nel campo scientifico significa regresso.

Nè vogliamo negare che con la dominazione romana si accompagnò nel mondo greco un abbassamento della coltura. Ma di ciò fu larghissimo compenso l'averla Roma espansa per tutto l'occidente di Europa. Era naturalmente inevitabile, che con l'espansione si accompagnasse una specie di livellazione generale, per la quale la civiltà greca venisse a perdere di intensità, quanto guadagnava di diffusione. Così appunto, ver-

¹ V. in forma popolare TH. BIRT, *Zur Kulturgesch. Roms*, 1911, p. 129 seg

sando il liquido da un vaso in più altri comunicanti, tanto più il livello si abbassa, quanti più recipienti debbono accoglierne. Ma la civilizzazione di tanta parte d'Europa è un merito altrettanto grande che quello della creazione stessa della civiltà. Se questa gloria spetta alla Grecia, l'altra appartiene a Roma e le assicura attraverso i secoli la gratitudine dell'umanità intera.

Anche coloro, i quali deprezzano l'elaborazione dai Romani conferita alla civiltà greca, ed esagerano corrispettivamente la loro influenza repressiva, non potrebbero mettere in dubbio questa verità, come non possono negare che con la espansione della coltura greca nel mondo i Romani prepararono le fondamenta sulle quali poggia la civiltà moderna; ed il Rinascimento, che va riguardato non già come il primo inizio di questa, ma pur sempre come uno dei suoi fattori principali, fu altra gloria della gente italica « dalle molte vite ». E appunto perciò il grande ellenista, ¹ il quale giunse a dire che quel soldato romano, che nel saccheggio di Siracusa uccise Archimede, è il simbolo dell'azione di Roma sulla civiltà greca, ha sentito però l'obbligo di soggiungere subito appresso: « anche qui si avverò poi l'antico detto: *ὁ πρῶτος ἰάσεται* — chi ferisce risana — e noi procediamo sul suolo di Firenze con sentimenti poco diversi che su quello sacro di Atene ».

E perchè non dire addirittura che con gli stessi sentimenti discendiamo nel Foro di Roma antica? La venerazione e la gratitudine che esso ci ispira è pari a quella che ci impone l'Acropoli; ed anzi mentre su questa finisce con l'insinuarsi in noi lentamente per poi dominarci e travolgerci non so quale senso di scoramento penoso, perchè la bellezza, di cui siamo abituati a scorgervi il simbolo, ci sembra inesorabilmente tramontata — dal Foro invece, che concreta l'emblema dell'ordine, del diritto e della giustizia, promana sempre una grande voce incitatrice e stimolatrice, perchè ordine, diritto e giustizia della società nostra sono in fondo ancora quelli che Roma dettò.

Bologna, Università.

GIUSEPPE CARDINALI

¹ BELOCH, art. cit., p. 38. Il WILAMOWITZ, diversamente da lui, continua a vedere il fattore principale della rovina del mondo greco nell'esaurimento dell'organismo della nazione e nella decadenza delle sue forze morali: v. *Staat und Gesellsch. d. Gr.*, p. 198 seg.

NOTA CRITICA - NOTE CRITIQUE
KRITISCHE NOTIZ - CRITICAL NOTE

DE LA LÉGITIMITÉ
DE LA LINGUISTIQUE HISTORIQUE

Si surprenant qu'il puisse être pour un linguiste de profession, l'article que M. E. Naville, l'éminent égyptologue de Genève, vient de publier dans « *Scientia* »¹ rend un véritable service: les spécialistes se rendent souvent mal compte des réserves que les savants qui cultivent d'autres spécialités sont tentés de faire sur les résultats qu'ils obtiennent, et il est intéressant de voir sur quels singuliers malentendus reposent les doutes que peut avoir un orientaliste de premier rang sur les conclusions de la grammaire comparée.

Avant de saisir l'objection fondamentale de M. Naville, il faut d'abord écarter d'un mot, pour les lecteurs qui ne connaissent pas la question, quelques-unes de ses observations.

M. Naville considère la graphie d'une langue comme un de ses caractères essentiels; pour lui, l'absence d'orthographe est un trait caractéristique des patois, et les langues sémitiques écrites seraient caractérisées par les mots à trois (consonnes) radicales et par l'écriture sans voyelles. En fait ce dernier trait n'est pas exact; car, outre le babylonien, il y a au moins une langue sémitique où les voyelles sont régulièrement notées, à savoir l'éthiopien. Et d'ailleurs la façon d'écrire une langue est tout à fait indépendante de cette langue: noté avec l'alphabet latin ou avec l'alphabet cyrillique, le serbo-croate littéraire reste une seule et même langue. Tout ce que l'on peut dire, c'est que tel ou tel système de notation convient plus ou moins bien à telle ou telle langue. Il se trouve en effet qu'une graphie où seules les consonnes sont notées systématiquement est praticable dans les langues sémitiques: les consonnes y fournissent

¹ « *Scientia* », vol. XIII, n. XXVIII-2, p. 229 et suiv.

le sens des mots, et les voyelles ont un rôle uniquement grammatical et se laissent par suite deviner dès qu'on connaît le mouvement général de la phrase. On peut donc dire qu'une graphie sans voyelles convient aux langues sémitiques, mais seulement en ce sens qu'elle y présente un peu moins d'inconvénients que dans la plupart des autres idiomes.

Dans le détail, les exemples cités sont souvent inexacts. Ainsi, M. Naville cite comme exemple de variété des langues de sauvages le groupe des langues bantoues en Afrique; or on sait que précisément le groupe bantou présente une singulière unité et que les langues qui le composent sont très pareilles les unes aux autres. Il n'y aurait qu'à mettre les langues du Soudan à la place, et l'exemple deviendrait excellent.

M. Naville dit qu'on parle avec mépris des dialectes et des patois. Le *on* en question ne comprend pas les linguistes; c'est précisément l'un des dogmes de la linguistique, depuis maintenant près de cent ans, et surtout dans les quarante dernières années, que les langues populaires sont l'objet essentiel de la linguistique, et que les phénomènes capitaux de l'évolution linguistique ont lieu dans les langues populaires. On commence même de s'apercevoir qu'on a exagéré le parti-pris de chercher dans les parlers populaires l'origine de toutes les innovations linguistiques.

Il serait déplacé de relever toutes les méprises de ce genre. L'objet de la présente note est seulement de profiter de l'article de M. Naville pour rectifier une erreur qu'on commet souvent et pour marquer exactement l'objet de la linguistique comparative.

M. Naville reproche aux linguistes de croire que la langue « serait née adulte, revêtue de certaines formes et de certains caractères, dans deux ou trois foyers différents ». En réalité, ce qui d'après lui serait ancien, c'est la diversité; les patois ne seraient pas des déviations d'une langue mère; ils représenteraient un type archaïque et auraient gardé des caractères « primitifs ».

Aucun linguiste n'a aujourd'hui les idées que suppose M. Naville. Sans doute, lors des débuts de la grammaire comparée, ses fondateurs, Bopp et encore Schleicher, ont eu le tort de croire que les langues indo-européennes auraient eu à leurs débuts une période de perfection et que tout le développement ultérieur aurait été une longue décadence. Mais ces idées sont abandonnées depuis plus de quarante ans. On s'accorde maintenant à admettre que les diverses langues du groupe indo-européen, le latin, le celtique, le germanique, le grec, etc., sont des transformations — et non pas des déformations — diverses d'un seul et même idiome, qu'on est convenu d'appeler en français l'indo-européen commun, et que les Allemands nomment *indogermanisch* (M. Naville dit indoger-

manique). On ne reconnaît à cette langue aucune perfection particulière; on est arrivé à y discerner des différences dialectales, et on y a noté des anomalies. C'est une langue « quelconque » qui s'est répandue sans doute par colonisation et par conquête, tout comme l'ont fait ou le font encore à date historique la langue des Romains, la langue des Arabes, la langue des Espagnols, la langue des Anglais, la langue des Russes, et tant d'autres, et qui, comme le latin, l'arabe, l'espagnol, l'anglais ou le russe, est le résultat d'une évolution historique complexe. L'indo-européen commun est de quelques siècles plus ancien que le sanskrit ou le grec; il n'était ni plus « parfait » ni plus « primitif ». Le sémitique commun est plus ancien que le babylonien ou l'hébreu; il n'est pas une langue plus « pure » ni plus « primitive ». Les langues communes qu'on suppose pour expliquer les concordances entre les langues attestées en fait ne nous rapprochent pas sensiblement des origines du langage; elles sont « adultes », parce que tout le développement qui a conduit des débuts du langage humain à la constitution de langues complètement organisées leur est antérieur dans une mesure qui, pratiquement, est infinie.

Toute la question est de savoir si les faits dont on dispose autorisent à supposer ainsi l'existence de langues communes, propres d'abord à des groupes d'hommes assez étroits, dont l'usage se serait étendu par suite d'événements historiques et qui se seraient différenciées: l'indo-européen commun, le sémitique commun, le finno-ougrien commun, le bantou commun, etc. Mais le seul moyen qui permette de rendre compte des concordances innombrables qu'on observe entre le grec, le latin, le germanique, etc. ou de celles que l'on observe entre l'arabe, l'hébreu, le babylonien, etc. est l'hypothèse qui consiste à admettre qu'il y a eu, à un moment donné du passé — moment qui n'est sans doute pas aussi éloigné qu'on l'a souvent cru —, une langue indo-européenne, une langue sémitique, etc., qui se sont ensuite différenciées en grec, latin, germanique, etc. ou en babylonien, hébreu, arabe, etc. exactement comme le latin s'est différencié en italien, espagnol, français, etc. Il n'y a là aucune scolastique; on se borne à utiliser des faits d'observation.

Si l'hypothèse avait besoin d'être confirmée, elle trouverait sa preuve dans le fait — qui est aussi un fait d'observation — que les langues en question sont d'autant plus semblables entre elles qu'on peut les observer à une date plus ancienne. Le grec le plus ancien et le sanskrit le plus ancien sont beaucoup plus semblables entre eux que ne le sont le grec moderne et l'hindi; le latin est beaucoup moins différent du norrois runique que le français ne l'est du suédois. La langue sémitique qui, à beaucoup d'égards, donne l'idée la plus juste du sémitique commun, l'arabe — et non l'hébreu, comme paraît le croire M. Naville —, présente, dans ses transfor-

mations faites à date historique, comme un raccourci des transformations qu'on est obligé de supposer, pour des époques préhistoriques, en hébreu ou en araméen. La découverte de faits nouveaux a souvent confirmé du reste les conclusions obtenues par voie comparative; ainsi l'arabe classique avait une déclinaison à trois cas, qui s'est éliminée à date historique et que les parlers arabes modernes ne connaissent plus; d'après des restes conservés dans d'autres langues sémitiques, surtout en hébreu, on avait été amené à supposer que le sémitique commun avait eu une déclinaison du type de celle de l'arabe classique, et que l'hébreu et l'araméen avaient perdu cette déclinaison avant l'époque historique comme l'arabe l'a perdue plus tard; on n'a donc pas été surpris de retrouver exactement cette déclinaison dans les plus anciens textes babyloniens, alors que le babylonien d'époque postérieure l'a éliminée, comme l'araméen. D'une manière générale, le babylonien a évolué très vite, sans doute parce qu'il a été de bonne heure une langue de civilisation et la langue d'un grand empire. Il ne faut jamais oublier que la rapidité avec laquelle les langues évoluent varie beaucoup et dépend des conditions extérieures dans lesquelles ces langues se trouvent placées.

Sans doute on admet que les langues communes ainsi supposées présentaient une régularité grammaticale. Mais c'est ce qui se constate dans toutes les langues qui ont pu être observées en fait: les parlers populaires, les langues de demi-civilisés offrent une régularité grammaticale aussi et parfois plus grande que les langues littéraires. M. Naville parle d'un paysan français qui, au lieu de *je suis* dirait *j'étions*; il serait utile de savoir où il l'a observé. Ce qui est vrai, c'est que, dans beaucoup de parlers français, le pronom *nous* de la 1^{ère} personne du pluriel a été remplacé par *je*, sans doute parce que la forme était suffisamment caractérisée par la finale *-ons*; mais dans ces patois, *je suis* (prononcé *je seu*) est bien distinct de *je sons* « nous sommes ». On sait que le grand égyptologue de Berlin, M. Erman, a constitué une grammaire précise de l'ancien égyptien; en le faisant, il n'a commis aucun anachronisme, quoiqu'en dise M. Naville; il n'a fait que chercher dans l'égyptien la régularité qu'on observe dans toutes les langues, anciennes ou modernes; il appartient naturellement aux égyptologues de décider si dans le détail les déterminations de M. Erman sont exactes, comme le croient en effet la plupart des égyptologues de la nouvelle génération; mais, quoi qu'il en soit de ce point de fait, la tentative de constituer une grammaire de l'ancien égyptien est non seulement légitime, mais nécessaire, et il ne peut y avoir une philologie égyptienne que si la grammaire historique de l'égyptien est solidement établie. L'erreur fondamentale de M. Naville est de croire qu'il existe des idiomes, connus par des textes anciens ou observés à

l'époque actuelle, qui donnent une idée d'un état « primitif » du langage humain.

L'un des avantages principaux de la grammaire comparée, c'est qu'elle rend compte des anomalies de telle ou telle langue en montrant que les formes anormales sont les débris de grandes catégories qui ont été normales dans une période plus ancienne. Ainsi la comparaison de langues plus anciennement attestées, comme le grec et surtout le sanskrit, a révélé dans des formes comme *est* et *sunt* du latin, *ist* et *sind* de l'allemand les débris d'un grand type verbal, qui est encore largement représenté, presque normal, en sanskrit, et qui était tout à fait normal en indo-européen commun.

Le fait que l'on suppose l'existence d'un indo-européen commun, d'un sémitique commun, etc. n'exclut pas que, aux dates — d'ailleurs diverses — où se sont parlées ces langues, il ait existé dans le monde une bigarrure d'idiomes pareille à celle qu'on observe aujourd'hui. On sait en effet que ces langues en ont remplacé d'autres sur la plus grande partie des territoires qu'elles occupent; et aussitôt qu'elles se sont répandues, on les voit se différencier à nouveau, et l'unité presque réalisée un instant sur un certain domaine tend à se briser.

Il est bien vrai qu'on ignore où et quand ont été parlées ces langues communes; cela va de soi puisqu'il s'agit de faits préhistoriques. On ne fait pas de géographie ni de chronologie sans témoignages positifs et précis. Par des moyens linguistiques on peut déterminer en quelque mesure la structure d'idiomes dont des circonstances le plus souvent inconnues ont déterminé l'extension sur de vastes domaines et qui, en s'étendant, se sont différenciés avec le temps. Mais ces moyens linguistiques ne sauraient remplacer des documents historiques et ne permettent pas de conclusions historiques. On ne sait en quel pays ni en quel temps exactement ont vécu les gens qui parlaient l'indo-européen commun; c'est que la nation dont cette langue était l'idiome n'écrivait pas et que par suite elle n'a pas d'histoire.

Historien, M. Naville a mal vu en quoi consiste la méthode toute particulière de l'histoire des langues. Qu'il essaie de la pénétrer et il s'apercevra qu'il n'y a là aucune scolastique, mais simplement une manière, assez subtile, il est vrai, d'interpréter les faits que fournissent les documents anciens et les parlers modernes.

Paris, Collège de France.

A. MEILLET

RECENSIONI - COMPTES RENDUS

REFERATE - BOOK REVIEWS

COURNOT - *Traité de l'enchaînement des idées fondamentales dans les sciences et dans l'histoire*. Nouvelle éd., publiée avec un avertissement par Lévy-Bruhl. Un vol. in-8, de xviii-712 p. Librairie Hachette et C.^{ie}, Paris, 1912.

Cette nouvelle édition d'une des œuvres de Cournot, qui sont devenues presque introuvables en librairie, était attendue avec impatience. Cournot, méconnu à son époque, a été un « pionnier et un précurseur ». La plupart des problèmes qu'il a étudiés (l'analyse des idées d'ordre, de hasard et de probabilité, la définition de la raison, la critique de la connaissance par la réflexion sur les sciences positives, sur leurs objets, leurs principes, leurs postulats et leurs méthodes, la question de savoir si une synthèse suprême de leurs résultats est possible) sont devenus des problèmes actuels. Il occupe dans l'histoire de la pensée philosophique française au XIX^e siècle une place aussi haute et incontestée que Comte ou Renouvier, et son influence a été profonde sur nombre de nos contemporains.

Dans l'avertissement que M. Lévy-Bruhl a placé au début de cette nouvelle édition, il cherche à démêler pour quelles causes Cournot a passé à peu près inaperçu à son époque. Ces causes sont de natures bien diverses.

Cournot était connu comme inspecteur général de l'Instruction publique; qu'il s'occupât de philosophie, ceci ne semblait pouvoir venir que par surcroît, et occasionnellement. Il a été victime — pourrait-on dire — de son « étiquette » officielle. De plus il était fort modeste autant que fier. Il ne cherchait pas à se concilier la faveur du public. Les titres de ses ouvrages à un époque éprise de « philosophie littéraire » semblaient rebutants, et rien dans la forme de ceux-ci — style, allure du développement — n'est sacrifié à l'agrément du public. Celui-ci n'était d'ailleurs nullement préparé à suivre Cournot sur le terrain de ses recherches; il était sous l'influence de l'école éclectique qui s'est toujours montrée absolument étrangère, sinon hostile, à l'intervention des sciences dans la philosophie. Les

ouvrages de Cournot devaient paraître destinés uniquement aux purs savants.

Actuellement, au contraire, entre la philosophie et les sciences un commerce actif s'est établi; savants et philosophes s'attaquent solidairement aux problèmes qui leur sont communs. Les métaphysiciens eux-mêmes se mettent en état de comprendre et de critiquer les principes et les résultats des sciences positives. Cournot prend sa revanche.

Le nombre des études que la jeune érudition philosophique française lui consacre va en augmentant. Et son influence, ou tout au moins des rapports généraux avec les idées auxquelles il tenait le plus, s'affirment dans les ouvrages des principaux penseurs français contemporains. Son probabilisme, son idée de la contingence résultant de l'indépendance possible des différentes séries causales, ont une parenté manifeste avec certaines théories capitales que H. Poincaré a retrouvées — d'une manière d'ailleurs toute originale — dans ses ouvrages philosophiques: *La science et l'hypothèse* notamment. L'idée de probabilité a été remise à l'ordre du jour et la théorie de Cournot discutée par H. Poincaré, Le Dantec, Borel, etc.

La philosophie pragmatique française — si on peut lui donner ce nom, car elle est assez différente, à cause des habitudes de clarté et de logique de l'esprit français, du pragmatisme en général et du pragmatisme anglo-saxon en particulier — a pu aussi se recommander de la plupart des idées que Cournot expose dans l'ouvrage qui vient d'être réédité à propos de la contingence de l'enchaînement des idées fondamentales dans les sciences et dans l'histoire. La philosophie néo-religieuse, le néo-catholicisme ont pu y trouver de bons thèmes d'argumentation, ce qui explique qu'ils aient adopté et même jusqu'à un certain point revendiqué Cournot comme un précurseur et un maître.

Mais l'historien impartial retrouvera aisément dans Cournot un fond de rationalisme et d'intellectualisme par l'omission duquel sa pensée serait mutilée et faussée. Cournot a plus de souplesse, un sens plus fin, plus aigu, plus réaliste de l'expérience, de sa riche diversité, de ses nuances infinies, que le vieux rationalisme, ou que le positivisme intellectualiste intransigent. Mais pour lui la raison et la logique restent les suprêmes directrices de la pensée, en face de l'expérience. Sans elles, cette dernière n'existerait pas. Et son idée de la probabilité n'est pas l'irruption de l'irrationalisme dans la connaissance et la nature. J'oserais presque dire qu'elle est le moyen rationnel, logique, d'expliquer la contingence de l'expérience, de la ramener à la logique rationaliste, sans la déformer ou la négliger.

Dijon, Université.

ABEL REY

ERNST GERLAND - *Geschichte der Physik, von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des achtzehnten Jahrhunderts*. Band XXIX, Abt. I der *Geschichte der Wissenschaften in Deutschland* (*Histoire de la physique depuis les temps les plus reculés jusqu'à la fin du XVIII^e siècle*. Vol. XXIX, Section I de l'*Histoire des Sciences en Allemagne*). In-8, Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin, 1913.

La collection *Geschichte der Wissenschaften in Deutschland* est bien connue de tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des sciences comme une des plus sérieuses et importantes de toutes celles qui existent, bien que plusieurs des volumes dont elle se compose aient déjà vieilli. On sait encore que dans ses derniers volumes la collection ne répond plus tout à fait, et pour des raisons intrinsèques bien compréhensibles, à son titre primitif, et que les travaux que s'y publient, au lieu de s'en tenir à l'histoire des sciences en Allemagne, traitent de l'histoire des diverses sciences à toutes les époques et dans tous les pays. Or cette collection vient de s'enrichir d'un nouveau volume qui mérite une mention spéciale à cause de son excellente composition et du caractère critique et scientifique qui le distingue de la plupart des exposés historiques des différentes disciplines scientifiques.

L'ouvrage, tel qu'il a été conçu primitivement, devait être continué jusqu'à nos jours; mais un cas douloureux, la mort de son auteur, survenue le 22 mars 1910, peu après qu'il eut atteint sa 72^{ème} année, était venue interrompre le travail, de sorte que l'ouvrage ne dépasse pas l'époque de Newton et de Leibniz. Mais si nous devons déplorer le fait qu'une œuvre aussi magistrale n'ait pas pu être publiée à l'état complet, nous devons aussi nous réjouir que ce grave malheur n'ait pas empêché l'impression de la première partie, sous la surveillance amoureuse du gendre de l'auteur, M. H. von Steinwehr. Si on se donne la peine d'examiner attentivement l'ouvrage, on ne tarde pas à se rendre compte de la perte grave qu'aurait subie la littérature, déjà peu riche, relative à l'histoire des sciences, si la *Geschichte der Physik* de Ernst Gerland n'avait pu voir le jour.

La principale qualité qui frappe le lecteur de cet ouvrage est qu'il n'est pas une compilation servile faite d'après des ouvrages antérieurs, défaut dont sont entachés la plupart des ouvrages de ce genre. Ce fait ressort de la façon de traiter le sujet, du style et de chacune de ses particularités. Après avoir lu quelques pages du livre, on n'est pas du tout étonné d'apprendre que la vie laborieuse de l'auteur a été consacrée, dans sa plus grande partie, à l'étude de l'histoire des doctrines physiques et des applications pratiques de la physique à la technique. Sans parler en effet des nom-

breux mémoires publiés dans différentes revues et consacrés principalement à des questions intéressant la machine à vapeur, à la boussole, au thermomètre, etc., ainsi qu'aux travaux de Papin et de Leibniz, nous pouvons citer ici, comme étant de notre auteur, les volumes suivants: *Leibnizens und Huygens Briefwechsel mit Papin* (Berlin, 1881); une courte *Geschichte der Physik* (Leipzig, 1892); une excellente *Geschichte der physikalischen Experimentierkunst*, écrite en collaboration avec F. Traumüller (Leipzig, 1899); la publication des écrits de Leibniz concernant la physique, la mécanique et la technique (Leipzig, 1906), etc. Aussi en confiant à Gerland la tâche d'écrire l'histoire de la physique, la commission historique de l'académie royale de München ne pouvait-elle faire de meilleur choix. Nous ne pouvons que souhaiter à l'ouvrage qui nous est présenté le plus complet succès; et nous exprimons le vœu qu'il trouve, soit dans le texte allemand soit dans des traductions, la plus large diffusion dans les pays non-allemands et qu'il serve de modèle aux futurs historiens des sciences.

L'histoire de l'antiquité est traitée par notre auteur avec l'ampleur qui convient, et les informations qu'il donne, aussi bien dans cette partie que dans les autres, ne se bornent pas exclusivement à la physique au sens strict du mot. On trouve en effet dans cet ouvrage des renseignements nombreux et utiles concernant plus particulièrement les sciences chimiques, ainsi que les sciences médicales et naturelles. C'est en cela que se révèle à nous l'historien qui a compris l'histoire de la science qu'il a entrepris de traiter. C'est que l'évolution d'une discipline particulière quelconque, celle-ci étant conçue même au sens le plus restreint, est incompréhensible, si l'on ne tient pas compte de tous les courants variés qui se sont manifestés parallèlement à cette discipline et ont souvent exercé sur elle une action considérable.

Après avoir mentionné les Babyloniens et les Egyptiens, Gerland s'occupe longuement des Grecs, qui ont jeté les bases de tous les arts et de toutes les sciences modernes. Les idées physiques de présocratiques, d'Aristote, d'Archimède, de Ptolémée, etc., sont soumis à un examen minutieux, et même les savants d'importance secondaire ne sont pas négligés. Le lecteur se fait ainsi une notion exacte de ce que faisaient et pensaient les physiciens antiques et de la façon dont il pensaient et procédaient. Quelle différence avec les exposés ordinaires qui, dans leur concision stéréotypée, disent sur les Grecs les absurdités les plus manifestes et ont ainsi propagé parmi les savants les idées les plus erronées sur les penseurs de l'antiquité.

L'histoire du moyen-âge est également traitée par Gerland d'une façon complète. Il parle des commentateurs tardifs d'abord, des Arabes ensuite. Se basant sur les études les plus récentes, il corrige de nombreuses erreurs ayant cours au sujet de ces derniers.

Pour ce qui est de l'histoire du moyen-âge chez les peuples chrétiens, nous rappellerons qu'elle a fait récemment l'objet de nombreuses recherches et discussions, ayant pour but principal celui de découvrir la trace des précurseurs des grands esprits de la Renaissance et de l'époque galiléenne; mais, d'autre part, cette recherche a souvent été faite avec des partis-pris ethniques qui n'ont pas tardé à se trouver en désaccord avec l'internationalité absolue de la science. Ce caractère international, qui s'est manifesté, dès que le latin fut devenu la langue universelle des savants, s'est accentué et s'accroît encore à plus forte raison de nos jours où l'internationalisation de toutes choses constitue la tendance de la société humaine et la seule voie du progrès. Or Gerland expose et discute ces récentes études sur les précurseurs au moyen-âge : je rappellerai les chapitres consacrés à Jordanus Nemorarius, à la découverte de la boussole, à Petrus Peregrinus, aux horloges et à la poudre.

Le *passage à l'époque moderne* est signalé par cette merveilleuse période de la Renaissance que l'auteur analyse avec le plus grand soin. A mon avis, pourtant, cette période de l'histoire des sciences n'a pas encore été appréciée comme elle le mérite vraiment. Si, en effet, Leonardo da Vinci et Copernic sont à juste titre réputés comme les plus grands, on ne doit cependant pas les considérer comme des précurseurs isolés. Toutes les sciences, des mathématiques à la chimie, de la physique à la médecine, ont commencé leur transformation radicale dans le sens de la pensée moderne à l'époque de la Renaissance. Tous les esprits étaient alors avides de pensée, fécondés qu'ils étaient par la science antique, révélée par l'humanisme, et par la tendance expérimentale qui s'affirmait impérieusement. Les idées, complètement libres dans leur développement, étaient émises et soutenues par des laïcs et des ecclésiastiques, sans qu'aucune persécution sectaire cherchât à tuer dans le berceau la nouvelle pensée naissante. Les persécutions en effet ne commencèrent que plus tard, à une nouvelle époque de l'histoire mondiale, lorsque, animés d'un missionarisme violent et cruel, la vieille église catholique et les jeunes protestants ont cherché à détruire par le feu, en même temps que les corps, les idées des grands hommes.

En rapport avec l'augmentation et l'importance de la production scientifique à l'époque de Galileo, l'ampleur croît aussi de l'exposé que Gerland consacre à l'histoire de la physique. Et en effet cents pages environ sont consacrées à Galileo et aux travaux en rapport immédiat avec ce grand physicien, et de nombreuses pages sont encore réservées aux travaux de Kepler et à ceux de Torricelli, de Mersenne, de Pascal, etc. Dans la période suivante, qui commence avec la philosophie de Bacon et celle de Descartes, l'auteur s'occupe longuement des théories physiques de ce dernier, de la vie et de l'œuvre de Gassendi, van Helmont, Boyle, Snellius,

Guericke et de la fondation des académies. La dernière partie de l'ouvrage enfin traite un sujet particulièrement cher à Gerland et auquel il a consacré nombreux travaux originaux de recherche et de républication. Les physiciens dont il s'y occupe s'appellent en effet Huygens, Hooke et Papin, Amonton, Mariotte et Fahrenheit; Newton et Leibniz; sans parler de tous les autres qui gravitent autour de ces grands astres. Le volume se termine par l'exposé de la découverte des deux électricités, des travaux optiques de Bradley et autres, et par celui de différents instruments et appareils.

La place nous manque pour entreprendre une discussion détaillée de toutes les parties de l'ouvrage historique de Gerland. Il y aurait peut-être quelque chose à dire au sujet de chacune d'elles, car chacune d'elles prête à des conclusions, à des objections et à des discussions. Mais c'est précisément le grand mérite de cet ouvrage de savoir susciter, à propos de chaque question, l'intérêt, le désir de l'approfondir et de le discuter, et c'est en cela qu'il se montre vivant et vraiment fécond. La *Geschichte der Physik* apparaît encore comme un excellent guide dans les recherches ultérieures sur des questions qu'il a déjà traitées d'une façon si intéressante. La bibliographie en effet, aussi bien celle qui se rapporte à des ouvrages plus ou moins volumineux que celle qui cite les titres des mémoires et des notes publiés dans différentes revues, est donnée d'une façon exacte et, dans une certaine mesure, complète. C'est ainsi que, même sous ce rapport, notre *Geschichte der Physik* se distingue nettement des autres histoires de la Physique qui non seulement ennuiant le lecteur débutant, mais ne lui fournissent encore aucune possibilité de poursuivre ses études; ou, lorsqu'elles la lui fournissent, c'est en lui donnant des indications fragmentaires et incomplètes qui lui sont plutôt nuisibles qu'utiles.

Nous n'avons à regretter qu'un seul défaut dans l'ouvrage que nous examinons: c'est le manque de figures destinées à expliquer et à rendre intelligibles les appareils et mécanismes décrits dans le texte. Mais, d'une part, cette lacune se trouve comblée par l'excellent volume, déjà cité, de la *Geschichte der physikalischen Experimentierkunst* et, d'autre part, nous devons reconnaître que l'œuvre posthume ne pouvait être convenablement amplifiée ou modifiée par des mains étrangères.

En terminant, nous exprimons le vœu que cette première partie de l'histoire de la physique soit suivie d'une seconde, digne de sa devancière. Mais nous convenons volontiers que la tâche de la commission de l'Académie Royale de München sera très difficile sous ce rapport, puisqu'il ne lui sera pas aisé de trouver à Ernst Gerland un successeur digne de lui.

Roma, Università.

ALDO MIELI

- S. ARRHENIUS - *Das Werden der Welten (Le devenir des mondes)*. 9^{ème}-13^{ème} mille. Un vol. in-8, de xii-232 p. Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1913.
- L. PESERICO - *I cataclismi geologici (Les cataclysmes géologiques)*. Libri I e II. Deux volumes in-8, de 128-100 p. Libreria Galla, Vicenza, 1912.
- J. GEIKIE et P. LÉMOINE - *Traité pratique de géologie*. Un vol. in-8, de 490 p., avec 187 figures et 64 tables. A. Hermann et Fils, éd., Paris, 1910.

M. Svante Arrhenius vient de publier la troisième édition de son ouvrage, désormais classique, sur le devenir des mondes. Le volume s'ouvre par un aperçu sommaire sur les manifestations les plus récentes et les plus importantes de l'activité endogène terrestre. A ce propos, qu'il nous soit permis d'exprimer le souhait que l'auteur abandonne, dans les futures éditions, l'hypothétique représentation du volcanisme et de la sismicité tyrrhénienne, d'après la vieille théorie de l'« affaissement en cuvette » de Suess, théorie dont les géologues italiens ont été unanimes à démontrer le caractère erroné.

Mais les principales manifestations dont s'occupe l'auteur concernent la possibilité de la vie sur la planète qui diffère le moins de la Terre. M. Arrhenius avait commencé par admettre que la température moyenne à la surface de Mars atteignait 10° C. au-dessus de zéro, et cela en se basant principalement sur la rapide fusion printanière des minces calottes neigeuses autour des pôles. Avec une telle température moyenne, bien que plus basse que celle de la Terre (16°), serait compatible l'existence non seulement du protoplasma, mais encore d'êtres vivants très semblables à ceux qui peuplent la terre. Ces inductions doivent être abandonnées aujourd'hui à la suite des observations spectroscopiques exactes et les plus récentes qui ont montré que les lignes d'absorption de la vapeur d'eau sont à peu près identiques dans les spectres de la Lune et de Mars, photographiés simultanément et dans les meilleures conditions. Aussi l'atmosphère de Mars ne doit-elle contenir qu'une quantité insignifiante de vapeur d'eau, quantité qu'on évalue en moyenne à 0,4 gr. par mètre cube, lorsque le Soleil est au zénith. Ceci peut s'expliquer seulement par une température extrêmement basse, laquelle, même si on admet une humidité relative égale à celle de nos déserts, ne dépasserait pas 17° degrés au-dessous de zéro, comme moyenne diurne, et rendrait toute vie impossible. Mais M. Arrhenius fait observer que les calottes polaires où l'insolation persiste pendant les longues périodes estivales, doivent être les régions les plus chaudes de la planète et qu'ici la température diurne peut, dans les conditions les plus propices, monter jusqu'au dessus de zéro, de façon à permettre une vie pénible à quelque algue misérable au rapide développement et aux résistantes spores hivernantes.

Il est certain en tous cas que l'hypothèse de l'habitabilité de Mars, au sujet de laquelle les imaginations se sont donné si libre cours, a reçu de ces recherches un coup dont elle ne se remettra pas.



En opposition avec l'ouvrage de M. Arrhenius, se trouve celui de M. l'ingénieur Peserico, qui développe une théorie électro-magnétique de l'Univers.

Il admet que l'intérieur de la Terre est un holosidérite solide, rigide, à basse température, formé d'acier pour la plus grande partie, et que, dans la partie inférieure du sous-sol, des couches lithoïdes, sèches et isolantes, alternent avec des couches métallifères, bons conducteurs d'électricité. Des déséquilibres de potentiel entre les armatures de ce condensateur gigantesque détermineraient, dans les couches conductrices et dans le noyau, de formidables courants induits. Là où des fractures remplies de matériaux lithoïdes viennent interrompre ces courants, il se formerait des fourneaux électriques (volcans) et des décharges électrostatiques (tremblements de terre).

La cause prépondérante des courants eux-mêmes (et du magnétisme terrestre) résiderait dans la rotation plus rapide de la Terre par rapport à une énorme quantité de matière cosmique qui se condenserait principalement en une *bande cosmique*, ou anneau, située au-dessus des régions équatoriales.

Le même fait déterminerait, dans les couches les plus élevées et raréfiées de l'atmosphère, un courant atmosphérique équatorial continu, analogue à ceux observés sur le Soleil, sur Jupiter et sur Saturne.

En relation avec les déplacements séculaires de la bande cosmique se trouveraient les oscillations séculaires des climats; les variations dans la forme, dans la densité et dans la grandeur de la bande cosmique provoqueraient les variations climatiques au cours des temps géologiques et, avec elles, les variations d'intensité des paroxysmes volcaniques et sismiques. Des changements de masse et de position de la bande cosmique détermineraient, avec des variations dans sa force d'attraction, des mouvements orogéniques.

La capture d'énormes quantités de météorites produirait enfin des courants aux réactions prodigieusement énergiques, avec éruptions volcaniques et aurores polaires d'une énorme intensité, jusqu'à ce que se trouve établi un nouveau régime d'équilibre. Tel serait le mécanisme de formation des nouvelles étoiles.

Tous les phénomènes de la vie physique du monde seraient ainsi, d'après la théorie de M. Peserico, des effets de réactions électro-magnétiques.

Mais je crois que sa théorie, du moins formulée de cette façon, ne résiste pas à la critique. En ce qui concerne la géologie, elle est même insoutenable. Les chaînes de montagnes apparaissent, quant à leur structure, comme le résultat de pressions tangentielles, et dans aucun cas il n'est possible de les interpréter comme résultant de l'attraction exercée de l'extérieur.

Cette nouvelle hypothèse laisse sans explication les grandes lignes du relief terrestre, ainsi que les grands phénomènes orogéniques et épeirogéniques. La prétendue alternance de couches lithoïdes et métallifères n'a pas été constatée dans la croûte terrestre, et tout nous autorise à en exclure jusqu'à la possibilité, ce qui ôte à la théorie une de ses bases. Elle ne s'accorde pas non plus avec l'uniformité des climats dans les périodes géologiques les plus anciennes ni avec le manque de contemporanéité qui, d'après la géologie historique, existe entre de nombreux et grandioses phénomènes endogènes d'un côté, et les changements climatiques, de l'autre.

Il faut pourtant reconnaître que le jeu des forces électromagnétiques, dont les effets sont certainement inscrits dans l'histoire de la Terre, a été trop négligé par les sciences géologiques, et il faut savoir gré à l'auteur d'avoir appelé notre attention sur ce point.



Le point de vue des applications pratiques manque totalement dans l'ouvrage d'Arrhenius. On peut en dire autant de l'ouvrage de M. Peserico, si on admet comme peu soutenable la théorie électromagnétique des tremblements de terre et, par conséquent, la possibilité de les prévoir en mesurant les charges électriques du sous-sol.

Il en est autrement de l'ouvrage de Geikie, traduit et modifié par M. Lemoine. Cet ouvrage est en effet entièrement consacré aux fins pratiques. De ce livre se trouvent bannies, non seulement toute discussion théorique, mais aussi toutes les notions qui ne sont pas d'une application pratique immédiate. Et on doit apprécier sa valeur d'autant plus qu'il suit constamment et de la façon la plus rigoureuse les derniers résultats du progrès scientifique.

Les auteurs passent en revue l'étude des roches et des leurs altérations, la disposition des couches, les plissements et fractures, le mode d'arrangement des roches éruptives et des formations métallifères, les applications de la géologie à l'art de l'ingénieur, à l'hydrologie et à l'agriculture. Un chapitre spécial est consacré à l'influence de la structure géologique sur la topographie et condense en plusieurs pages la matière d'un cours entier de géographie physique.

Les nombreuses figures, choisies avec soin, rehaussent l'utilité du livre qui peut être considéré à la fois comme une bonne introduction aux études géologiques et comme un excellent aide-mémoire à l'usage de techniciens et de géologues même compétents.

Torino, Politecnico.

MICHELE GORTANI

WILHELM OSTWALD - *Die Entwicklung der Elektrochemie (Le développement de l'électrochimie)*. In-8, S. 208, mit 4 Abbildungen. Verlag von J. A. Barth, Leipzig, 1910.

Tandis que, d'après l'ancienne conception de Léopold Ranke, l'histoire aurait son but et sa fin en elle-même, Ostwald n'y voit qu'un moyen de recherche destiné à favoriser la progression et le développement ultérieur de la science elle-même. De même que le thermomètre et le galvanomètre ne sont pas étudiés pour eux-mêmes, l'intérêt scientifique dont ils sont l'objet ayant pour condition leur application pratique, de même l'histoire ne doit pas être cultivée pour elle-même. Et, tout d'abord, on a substitué, dans la science historique, à ce qu'on appelait l'exposé objectif des événements réels, la conception qui voit dans les événements les manifestations de conditions causales; et on s'est aperçu, en deuxième lieu, que le devenir historique de l'humanité est soumis à des lois générales. « La science historique peut-elle et doit-elle s'en arrêter là? » demande Ostwald et sa réponse, caractéristique pour son point de vue, est la suivante: « Certainement non, car cela ne serait pas possible. Toute science générale ou libre tire son droit à l'existence uniquement de la possibilité où elle se trouve de se révéler à un moment quelconque et d'une façon quelconque comme utile à l'humanité, en tant que science appliquée ».

L'utilité que présente l'histoire, qu'il s'agisse de l'histoire de l'humanité entière, d'un État, d'une science, d'une idée ou d'un homme particulier, a un double caractère. D'un côté, l'histoire nous apprend à connaître exactement le présent, car le présent s'est formé historiquement et que son développement ultérieur est soumis aux mêmes lois inébranlables qui ont présidé à la formation du passé. Mais si nous connaissons les lois d'après lesquelles s'accomplit un devenir historique quelconque, nous sommes par cela même en mesure de prévoir le développement ultérieur, et cela d'une façon d'autant plus précise et meilleure que nous connaissons mieux et plus exactement les lois du devenir historique, — considération qui nous ramène facilement à la réponse qu'Ostwald a donnée antérieurement à la question relative à la tâche de la science :

la science est l'art de prévoir l'avenir. Mais, d'un autre côté, l'histoire nous apprend quelle forme nous devons donner au présent en formation, afin de le faire servir avec le plus de certitude et la moindre dépense de travail aux buts que nous poursuivons. De même que l'homme d'État, intervenant activement dans l'évolution d'un peuple, acquiert, par l'étude de l'histoire, les connaissances dont la possession est pour lui la condition indispensable d'une activité efficace, de même le savant apprend, de l'histoire de sa science, quelles sont les voies susceptibles de le conduire à une activité féconde.

La tendance à considérer le côté historique du domaine auquel on s'intéresse ne se manifeste pas avec la même force à toutes les époques. Ostwald formule une règle d'après laquelle « les études historiques jouissent d'une faveur d'autant moins grande que l'époque est plus créatrice et que le domaine cultivé se prête davantage aux découvertes nouvelles ». On doit donc considérer, pensons-nous, le fait de s'occuper de questions historiques comme une sorte de symptôme de vieillesse; et il y aurait vieillesse, d'abord au sens objectif du mot, dans la mesure où il s'agit d'un objet se trouvant à la phase de développement calme ou même de stagnation, de sorte que l'attention se reporte vers un passé qui apparaît comme brillant ou intéressant; il y aurait ensuite vieillesse au sens subjectif du mot, puisque celui qui s'occupe d'études historiques ne prend plus une part bien active au développement actuel de son objet. C'est d'ailleurs un fait psychologique bien connu que, d'une façon générale, le goût pour l'histoire est une fonction de la vieillesse.

La science de la nature est encore si jeune et possède une telle fraîcheur de vie que la plupart des savants, surtout parmi les jeunes, n'éprouvent pas encore d'une façon bien urgente le besoin de se livrer à la considération historique du passé. La production scientifique de l'époque actuelle est tellement intense que, d'une façon générale, on n'a ni le temps ni le goût de s'occuper d'histoire, et l'utilité pratique que la connaissance historique présente, d'après Ostwald, pour le développement ultérieur de la science, n'est pas encore devenue une évidence pour la majorité des savants; on en reconnaît bien la possibilité théorique, mais les théories pratiques qu'il faut tirer de l'histoire, n'ont pas encore été élaborées avec une acuité et une précision suffisantes. L'histoire des sciences naturelles, considérée *elle-même* comme science, n'en est encore qu'au début de son développement. Nous connaissons aujourd'hui, grâce aux recherches psychographiques d'Ostwald, quelques-unes des lois qui président au devenir scientifique du savant en tant qu'individu, mais les lois de développement des sciences elles-mêmes sont encore peu connues.

C'est pourquoi le volumineux ouvrage d'Ostwald, publié en 1903, sous le titre: *L'électrochimie, son histoire et sa théorie*, n'a pas reçu le large accueil qu'il méritait. Il est à espérer que l'ouvrage actuel contenant un résumé abrégé du même sujet et qui profite de toutes les expériences ayant servi depuis à approfondir la conception de l'auteur, sera lu davantage. Il serait superflu de s'arrêter ici aux détails de ce livre. Je souhaite toutefois à cet ouvrage, qui respire tout le charme de la manière dont Ostwald a l'habitude de traiter les questions, beaucoup de lecteurs qui n'en comprendront que mieux, en le lisant, l'importance du point de vue historique dans les questions scientifiques. Il est seulement regrettable qu'Ostwald n'ait pas trouvé le temps d'ajouter à son livre un index des matières et des noms, index qui n'aurait pu que faciliter l'utilisation de l'ouvrage.

Clausthal i. H.

WERNER MECKLENBURG

F. GEMMILL - *The Teratology of Fishes (La tératologie des poissons)*. A vol. in-4, of XVII-73 pages, with tables. Maclehose & Sons, publish., Glasgow; Macmillan & Co., publish., London, 1912.

Ce livre, admirablement exécuté, contient un exposé complet de toutes nos connaissances actuelles relatives aux anomalies de développement des poissons. Ainsi que l'auteur le dit avec raison, les embryons des poissons, surtout des poissons osseux (qui présentent beaucoup plus d'anomalies que les poissons cartilagineux) se prêtent particulièrement bien à l'étude anatomique et expérimentale, et cela non seulement parce qu'on peut se les procurer plus facilement, mais encore et surtout parce que les anomalies majeures sont viables, pendant un temps assez long, l'embryon se nourrissant aux dépens du vitellus. De plus, la longueur de la colonne vertébrale permet de définir facilement le degré exact de fusion dans des cas d'union axiale d'embryons.

Le plan de l'ouvrage consiste à considérer l'un après l'autre les principaux types de monstruosité (double monstruosité, cas plus rares de triple monstruosité, et cyclopie), à passer en revue la littérature relative à chacun de ces types et à donner ensuite un exposé succinct, mais suffisant, de la structure de chacun d'eux. La description de ces embryons anormaux est fondée en grande partie sur les observations personnelles étendues de l'auteur sur la truite et est illustrée par une magnifique série de reproductions photomicrographiques de coupes et par quelques figures de reconstitution. Les descriptions anatomiques sont particulièrement ad-

mirables et concises et resteront longtemps comme des modèles du genre dans ce domaine. La reproduction des figures est tout à l'honneur des éditeurs.

La plupart des ouvrages classiques de tératologie datent du milieu du siècle dernier, et parmi les meilleures recherches sur la tératologie des poissons, on doit citer celles qui ont été faites vers 1860 par l'embryologiste français Lereboullet. Plus récemment, on a essayé d'appliquer à ces études les méthodes expérimentales, et les perfectionnements de la technique microscopique ont rendu possible l'étude plus minutieuse de détails de structure. La bibliographie donnée par l'auteur (pp. XI-XVII) rend justice dans une égale mesure aux recherches anciennes et aux travaux modernes.

Ce qui frappe peut-être le plus, lorsqu'on lit les descriptions et regarde les illustrations de ces embryons anormaux, c'est que le résultat final du développement anormal répond le plus souvent à un but. Ceci est vrai, par exemple, des cas de double monstruosité, où l'union est souvent faite en avant, le squelette des arcs viscéraux (qui comprend celui des mâchoires et l'os hyoïde) étant simple, tandis que la partie frontale de la région céphalique est double. On assiste dans certains cas à une sorte de régulation du développement, qui se manifeste par la fusion secondaire de parties homologues ou même par la disparition complète de parties adjacentes homologues. « Rien n'est plus étonnant, — écrit M. Gemmill à propos de quelques observations de Lereboullet (et cette remarque s'applique également à ses observations personnelles), — que le degré de ce qu'on peut appeler la *fusion secondaire* qui peut se produire entre des ensembles jumeaux de structures étroitement rapprochées, à la condition qu'elles se rencontrent suffisamment à temps. Par exemple, deux rudiments de tête peuvent finir par se transformer en une tête unique, normale en apparence et dépourvue d'yeux internes et de fossettes olfactives. Il arrive même que deux séries internes d'organes mésoblastiques composés s'unissent, sont absorbés et disparaissent » (p. 11).

On ne connaît pas bien les causes des différentes anomalies. Quelques-unes peuvent se produire spontanément, en tant que variations germinales; tel semble être le cas des monstres doubles parmi les poissons, des pontes de provenance différente soumises aux mêmes conditions, ayant une tendance à présenter des types de monstruosité différents et à donner des proportions également différentes de formes anormales. Mais certaines monstruosité peuvent être provoquées artificiellement, par l'action d'agents mécaniques, électriques ou chimiques. C'est ainsi que la singulière anomalie connue sous le nom de cyclopie peut être provoquée en soumettant l'embryon à l'action du chlorure de magnésium (Stockard).

L'auteur formule les conclusions suivantes concernant l'origine et les causes des monstruosité : 1.^o Chacun des types de monstruosité reconnus, du plus grand au plus petit, peut se produire d'une façon spontanée ou autogénétique, à la suite d'une brusque variation germinale. 2.^o La plupart des types tératologiques connus, et surtout les plus prononcés, peuvent également être produits par des facteurs extérieurs agissant pendant la durée du développement. 3.^o En somme, les deux groupes (celui des anomalies autogénétiques et celui des anomalies acquises) tendent à se confondre.... « Le fait qu'une anomalie particulière apparaît spontanément, est un argument pour, et non contre la probabilité que cette même anomalie peut être produite artificiellement. La proposition inverse a même un degré de probabilité plus grand » (p. VIII).

Les moindres anomalies qu'on trouve chez les poissons, telles que l'hermaphroditisme, la coloration anormale, etc., sont passées en revue dans le dernier chapitre du livre. Il convient de féliciter le D.^r Gemmill d'avoir écrit un ouvrage qui est un modèle du genre. Et des livres de ce genre, qui donnent la synthèse de nos connaissances relatives à un sujet donné, sont particulièrement précieux de nos jours où la spécialisation a pris un caractère si aigu et où les faits sont si éparpillés.

London.

E. S. RUSSELL

- FRANZ BOAS - *The mind of primitive man (La mentalité de l'homme primitif)*. A vol. in-12, of 294 p. The Macmillan Co., New-York, 1911.
- W. J. SOLLAS - *Ancient hunters and their modern representatives (Les chasseurs anciens et leurs représentants modernes)*. A vol. in-8 of 416 pages illustrated with 235 figures. Macmillan & Co., publish., London, 1911.
- G. ELLIOT SMITH - *The ancient Egyptians and their influence upon the civilisation of Europe (Les anciens Égyptiens et leur influence sur la civilisation de l'Europe)*. A vol. in-12, of 188 pages, with 12 fig. and 3 maps. Harper & Brothers, publish., London and New-York, 1911.

Le professeur Boas réunit dans ce petit livre divers articles dont le plus important, sur *Les caractères de la culture primitive*, avait paru dans le « Journal of American Folklore » de 1904. Il y réagissait justement contre la théorie de l'unité de l'esprit humain qui, depuis la philosophie du XVIII^e siècle, dominait encore la psychologie comparée; il mettait en lumière, comme l'a fait plus complètement depuis M. Lévy-Brühl, dans son livre *Les fonctions mentales dans les sociétés inférieures*, les traits spécifiques et originaux de la mentalité « primitive »; mentalité plutôt émotionnelle que ra-

tionnelle, ayant sa manière d'expérimenter et de classer. Mais ce n'est point à dire qu'il n'y ait aucun caractère mental qui soit commun à toute l'humanité; même les peuples les plus inférieurs connaissent le langage articulé et ont une certaine faculté de raisonnement; ce sont là les deux caractères qui définissent l'humanité et la différencient des espèces animales.



L'ouvrage de M. Sollas n'est qu'une description sommaire, principalement technologique, de la civilisation des peuples chasseurs inférieurs d'après les données de l'archéologie préhistorique, rapprochée, comme le faisait déjà Tylor, de celle des indigènes de l'Australie, des Bushmen et même des Eskimos.



Quant au troisième ouvrage, il tente de résoudre le problème suivant: Dans quelle mesure et par quelles voies la culture européenne est-elle dérivée de la civilisation de l'Égypte antique? L'auteur cherche à montrer que ce sont les anciens Égyptiens qui ont institué l'emploi industriel du cuivre, et inauguré ainsi véritablement l'« âge des métaux »; de là la civilisation nouvelle se serait répandue d'une part en Turquie d'Asie, de l'autre dans le Nord de l'Afrique, et aurait gagné ainsi l'Europe; mais c'est surtout par la voie de Tripoli et de Tunis que la diffusion se serait faite. On pourra confronter cette thèse historico-géographique, avec les idées développées par J. de Morgan, *Les premières civilisations* (Paris, 1909).

Cairo, Khedivial School of Law.

RENÉ MAUNIER

W. ROBERTSON SMITH - *The religion of the Semites (La religion des Sémites)*.
A vol. in-8, A. & C. Black, publish., London, 1911.

Ce livre traite des institutions religieuses primitives chez les peuples Sémites, c'est-à-dire dans le groupe des diverses peuplades qui occupaient l'Arabie, la Syrie, la Mésopotamie et la Perse. Les religions primitives consistaient en un ensemble de croyances et d'usages traditionnels, et n'étaient aucunement des religions positives comme le Judaïsme, le Christianisme ou l'Islamisme. Dans les religions modernes la foi est la partie capitale et règle le rite. Mais dans les religions antiques il n'y avait généralement aucune croyance; uniquement des institutions et des rites. Les dieux sont considérés comme des membres de la société et les pratiques reli-

gieuses comme des devoirs sociaux. Les anciennes communautés sémites étaient généralement petites; en changeant de résidence on changeait de culte, car les dieux des diverses tribus étaient généralement hostiles. Mais comme dans beaucoup de cas les attributs et les titres étaient semblables, la fusion était facile. Les dieux n'étaient pas immatériels, ils étaient considérés comme les Pères de la tribu et comme tels jouissaient d'attributs physiques et moraux: au moral, le Dieu protégeait et nourrissait ses enfants, au physique, il était l'ancêtre de la race. La religion et la famille étaient en connexion intime. Comme roi le Dieu donnait secours, conseil, rendait justice, mais il ne présidait aucunement aux départements particuliers de la nature. Primitivement ses pouvoirs étaient strictement bornés à la localité et son influence directe se manifestait uniquement dans les sanctuaires. Au point de vue local, il était considéré comme le Baal de la terre, mais il n'était pour cela aucunement omnipotent et sa puissance n'était pas nécessairement plus grande que celle des démons ou Jinus. Ce qui le différenciait de ceux-ci, ce n'était pas sa nature, mais ses relations d'amitié avec son peuple.

Une chose était « sacrée », quand le droit de l'homme à l'utiliser était limité, limite garantie par la crainte de châtiments surnaturels. Ainsi les terres des Dieux étaient sacrées. L'endroit sacré par excellence était le sanctuaire ou place du sacrifice où le fidèle venait offrir au dieu ses prières et ses dons. Là, le dieu était présent parfois sous la forme d'un objet naturel tel qu'une fontaine ou un arbre, parfois sous l'aspect d'un objet fabriqué.

Dans le culte de Baal on considérait les bois et l'eau comme sacrés, on jetait des offrandes dans les eaux consacrées. D'ailleurs, les ablutions et les purifications jouaient un grand rôle dans les rites sémites. Les eaux sacrées avaient le pouvoir de guérir et d'inspirer. Les arbres étaient généralement considérés comme des démons, souvent aussi comme des dieux. La plupart des sanctuaires possédaient un arbre ou une colonne, qui étaient les symboles de la divinité.

L'autel, primitivement une pierre sacrée, était le lieu du sacrifice. Aux époques les plus reculées cette pierre était même à la fois l'autel et l'idole; ce n'est que plus tard que l'autel et l'idole furent séparés. Tout hommage comportait une offrande matérielle. La signification de ces sacrifices est encore un problème très ardu, et pourtant on trouve partout la trace de ces sacrifices dès l'existence des premiers rites. Chez les Sémites on offrait généralement des mets ordinaires, exceptionnellement on sacrifiait des animaux sacrés. Les présents en céréales, généralement des primeurs, étaient des tributs offerts au Dieu, les sacrifices d'animaux étaient des holocaustes ou des sacrifices expiatoires. Mais le plus souvent les sacrifices d'animaux impliquaient un banquet sacré auquel prenaient part

le Dieu et les hommes. Les sacrifices d'animaux sont plus anciens que les présents de céréales et les banquets sacrés plus anciens que les sacrifices considérés comme des tributs.

En Arabie, toutes les relations sociales découlaient des repas; manger ensemble entraînait des devoirs d'amitié. Etre commensaux confirmait et même constituait une parenté. On ne pouvait abattre d'animaux sans les partager publiquement; d'ailleurs, primitivement cet acte était toujours considéré comme un sacrifice.

Une parenté réelle pouvait exister entre les dieux et les hommes, les dieux et les animaux sacrés, les familles des hommes et les familles des bêtes.

Tuer une victime et en répandre le sang: c'est ainsi qu'on communie avec le Dieu et qu'on renouvelle et renforce les liens de parenté. Boire le sang, c'est absorber la vie de la victime. Les sacrifices expiatoires n'étaient pas forcément des réparations, mais des communions qui effaçaient le souvenir de querelles antérieures. Offrir des sacrifices sanglants ou des chevelures pour les morts était un fait fréquent aux enterrements. On en offrait également aux Dieux en cas de vœux spéciaux. Il est probable que les sacrifices d'animaux ont précédé les sacrifices humains, au lieu de leur avoir été substitués. On faisait usage de feu sur l'autel, pour rendre immatérielle la nourriture, qui devenait ainsi propre à l'alimentation des dieux, et généralement en dehors du sanctuaire, pour détruire les parties non mangées, mais consacrées et, par conséquent, tabou. Dans les cérémonies expiatoires la victime était consacrée.

Les sacrifices qui précédaient les guerres n'étaient pas des sacrifices piaculaires, ils avaient pour but de consacrer les soldats. Les sacrifices piaculaires n'étaient pas nécessairement associés à l'idée de péché. Ainsi chez les anciens Sémites on faisait des sacrifices annuels dans le but de commémorer une ancienne tragédie divine; cette légende avait probablement une certaine parenté avec les moissons.

Il est probable que les lamentations faisaient partie des rites des anciens sacrifices et avaient pour but de renier toute culpabilité dans le meurtre de la victime, lorsque celle-ci était un parent. L'idée fondamentale des sacrifices était primitivement la communion et avait pour but de resserrer les liens de parenté; plus tard ils perdirent ce caractère sacramentel, par suite de l'incrédulité dans les liens de parenté; et ils se rattachèrent alors aux idées de propriété, pour devenir des hommages piaculaires ou propitiatoires.

Ce livre montre avec évidence les bases des idées de la théologie chrétienne, mais il n'est tiré aucune conclusion à ce sujet.

London.

C. DELISLE BURNS

- P. W. SCHMIDT - *Der Ursprung der Gottesidee. I: Historisch-kritischer Teil.* 2. Aufl. (*L'origine de l'idée de Dieu. I: Partie historique et critique*). In-8, S. xxiv-510. Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung, Münster in W., 1912.
- F. GOBLET D'ALVIELLA - *Croyances, rites et institutions.* Trois volumes in-8, de xx-386, 412, 389 pages. A. Geuthner, éd., Paris, 1911.
- A. MORET - *Rois et dieux d'Égypte.* Un vol. in-18, de ii-318 pages. Armand Colin, éd., Paris, 1911.
- HUTTON WEBSTER - *Rest days. A sociological study (Les jours de repos. Une étude sociologique)* in « University Studies » published by the University of Nebraska, Janvier-Avril 1911, t. XI, n.ºs 1-2.
- RAFFAELE PETTAZZONI - *La religione primitiva in Sardegna (La religion primitive en Sardaigne).* Un vol. in-16, de xxiii-250 pages. Società editrice pontremolese, Firenze, 1912.
- G. CHATTERTON-HILL - *The sociological value of Christianity (La valeur sociologique du Christianisme).* A vol. in-8, of xxii-285 pages. A & C. Black, London, 1912.
- EMILIANO PASTERIS - *Umanesimo e cristianesimo nei primi secoli e le origini della civiltà moderna (Umanisme et christianisme dans les premiers siècles et les origines de la civilisation moderne).* Un vol. in-8, de xv-371 pages. Libreria editrice fiorentina, Firenze, 1913.
- F. GOBLET D'ALVIELLA - *L'évolution du dogme catholique, T. I: Les Origines (1.ère partie).* Un vol. in-8, de xiii-346 p. Émile Nourry, éd., Paris, 1912.
- JULES DE GAULTIER - *Comment naissent les dogmes?* Un vol. in-18, de 430 pages. Édition du « Mercure de France », Paris, 1912.
- P. SAINTYVES - *Les reliques et images légendaires.* Un vol. in-18, de 334 pages. Édition du « Mercure de France », Paris, 1912.
- A. VAN GENNEP - *Mœurs et légendes 4^{me} série.* Un vol. in-18, de 266 pages. Édition du « Mercure de France », Paris, 1912.

On ne saurait dénier à l'ouvrage du P. W. Schmidt (de la « Societas Verbi Divini ») le mérite d'une large érudition. Dans le tome premier de son ouvrage sur l'origine de l'idée de Dieu, il passe en revue les théories principales qui ont été proposées au XIX^e siècle à cet égard et s'efforce de les classer et d'en établir la valeur critique. Dans un premier groupe, il range les théories qui se rattachent aux études de linguistique comparée, de Lepsius à Michel Bréal; un second groupe comprend les ethnologues, Lubbock, Spencer, Tylor; un troisième, les théologiens animistes et les exégètes catholiques, dont l'auteur ne craint pas de signaler surtout les insuffisances en matière d'érudition et de critique; c'est aux théories d'Andrew Lang et à celles des auteurs qui se sont occupés de magie préanimistique que sont consacrées l'avant-dernière et la dernière parties du livre. L'aspect scolastique des divisions et subdivisions de l'ouvrage, le classement nécessairement arbitraire des théories rendent, sans doute, son emploi à la fois difficile et précaire; surtout, il n'est pas niable que le P. Schmidt est parti d'une idée *a priori* dont il s'est

efforcé de trouver la vérification dans les faits qu'il colligeait, à savoir que les sociétés primitives ont eu la conscience de la divinité unique et suprême dans les mêmes conditions que les individus religieux des sociétés évoluées, et que cette conscience n'a fait ensuite que dégénérer, — le progrès en matière religieuse n'ayant consisté, selon lui, qu'à revenir à la croyance primitive; enfin, sa définition même de Dieu, telle qu'elle ressort de son Introduction, n'est guère faite, tant elle est ductile, pour satisfaire l'historien soucieux de déterminer, aussi rigoureusement que possible, le processus des idées religieuses. Ces défauts n'empêcheront pas que l'ouvrage du P. Schmidt ait sur les milieux ecclésiastiques — il l'a eue déjà — une influence bienfaisante : en faisant connaître dans ces milieux les œuvres et les théories de É. Durkheim, Mauss, Hubert, Preuss, Marett, A. van Gennep, Howitt, en s'efforçant à l'analyse objective des conceptions religieuses des primitifs australiens et bantous, le P. Schmidt éveillera des curiosités profitables, — profitables au catholicisme, dont la propagande s'enrichira de toute une expérience réfléchie, profitables à la science, dès qu'on cherchera dans ces milieux à dégager l'étude positive des faits religieux de l'imbroglia gênant des justifications fidéistes.

..

Cette étude positive des faits religieux est le grand souci de M. le comte F. Goblet d'Alviella. Si M. Goblet d'Alviella mérite l'épithète de dilettante qu'on lui décerne charitablement dans certains milieux catholiques, précisons-la, en disant que M. Goblet d'Alviella est un dilettante averti et convaincu. Les trois volumes qu'il a publiés et où il a réuni un grand nombre d'études de détail parues depuis une trentaine d'années renferment, sous les sous-titres de *Hiérogaphie* (histoire descriptive), *Hiérologie* (histoire comparée), *Hiérosophie* (philosophie religieuse), les manifestations multiples d'une curiosité inlassable; ces études peuvent n'être pas toutes également fouillées, toutes elles sont nettes, intelligentes et de bonne foi, et le principal reproche qu'on pourra faire à M. Goblet d'Alviella, c'est de les avoir toutes reprises, alors que certaines, très-vieilles, particulièrement dans le tome second, pouvaient être laissées de côté. Qu'ils s'agisse des rites et instruments circumambulatoriaux, de l'art des catacombes, de l'archéologie de la croix, du syncrétisme païen, de l'unitarisme, du shintoïsme, du bouddhisme, de la secte des Mormons, des églises rationalistes de Londres, ou de la réforme du brahmanisme, l'auteur s'efforce d'arriver à une conception objective et claire de la réalité, et s'il s'étonne à certains aspects inattendus de la mentalité religieuse, son étonnement n'a rien qui puisse déformer son analyse.



C'est aussi un recueil d'articles que le livre de M. A. Moret *Rois et dieux d'Égypte*. Qu'on adopte, pour expliquer Osiris, l'interprétation symbolique des auteurs grecs, qui retrouvaient le Nil dans ce dieu, ou l'interprétation des historiens modernes, qui y voient un dieu agraire ou un dieu lunaire, il est certain que très tôt, chez les Égyptiens, au-dessus des dieux animaux des tribus primitives, s'est développé le culte de ce dieu supérieur de rédemption; c'est que les Égyptiens ont poussé assez loin deux notions, celle de l'immortalité de l'âme et celle de la sanction morale, celle-ci commune à d'autres peuples, la première vraiment propre, semble-t-il, à la mentalité égyptienne. Ce n'est pas, en revanche, à cette mentalité que se rattachent les développements pris par le culte d'un des personnages secondaires de la passion d'Osiris, la déesse Isis; ce culte, qui s'est organisé après l'incorporation de l'Égypte à l'empire romain, tendait à satisfaire la faim de mystère et de religiosité que l'Europe occidentale commençait de ressentir, et le culte isiaque servit ainsi à préparer l'avènement et l'expansion du christianisme.



Dans l'étude de M. Hutton Webster sur les *Jours de repos*, on trouvera, tout d'abord, une étude d'ensemble, fort bien venue, sur le sens et la place des *tabous* dans la vie des sociétés primitives, et une série d'études descriptives de détail se rattachant à l'un des plus connus de ces *tabous*, l'interdiction du travail et l'abstinence à certains jours. Ces jours, ces *rest days*, il n'en fait pas l'énumération exhaustive; il prend un certain nombre d'exemples caractéristiques: les *rest days* qui, chez les indigènes de Hawaï, de Bornéo et de l'Assam, sont consécutifs à des événements critiques et imprévus (épidémies, tremblements de terre); ceux qui suivent la mort et qui comportent un rituel pour l'expulsion des revenants, les jours « Diaboliques » des Babyloniens, en rapport avec l'astrologie compliquée du pays; le sabbat hébreux, enfin, en connexion avec les phases lunaires. De théorie explicative d'ensemble, M. Webster n'en propose pas; du moins, il montre l'importance capitale, pour la détermination des *rest days*, des lunaisons et des phases lunaires, et ainsi son travail se rattache aux études d'Hubert sur les origines religieuses du comput temporel.



M. Raffaele Pettazzoni utilise, lui aussi, les données de la sociologie religieuse pour éclairer l'ensemble de faits, limités dans

l'espace, auxquels il consacre un livre intéressant, mais insuffisamment composé: il a voulu retracer l'image de la religion primitive sarde, où il détermine les facteurs animistes, — culte des morts et des héros (tombes des géants), usage de l'incubation et du serment sur les tombes, — et naturalistes, — culte des eaux qui servent à guérir, temples à coupoles sur les hauteurs. Mais si certains aspects de la religion sarde se retrouvent dans tout le bassin méditerranéen, dans l'Afrique du Nord, depuis la Libye jusqu'aux îles Canaries et à la côte de Guinée, si les *nuraghe* se rapprochent des constructions mégalithiques africaines, si les rites sardes de l'ensevelissement sont voisins des rites employés par les Nasamons de la Tripolitaine, la Sardaigne a connu quelque chose qui lui est propre, une sorte de syncrétisme religieux, constitué par le culte de *Sardus* ou *Sardorum pater*, le dieu éponyme des Sardes, dont l'habitat a été le point de rencontre de nombreux courants migratoires, et la divinité de la guérison.



Le titre du livre de M. Chatterton-Hill fait illusion sur son contenu: ce livre ne relève point, comme les trois précédents, d'une méthode sociologique plus ou moins approchée: il constitue un acte de foi, purement subjectif, dans la valeur morale du christianisme, et, plus particulièrement, du catholicisme. Nous ne soulignerons pas les erreurs historiques contenues dans les parties, fort rares, d'étude positive que renferme ce volume: considérer le christianisme juif et le christianisme médiéval sur le même plan est la principale source de ces erreurs. Mais il y a des défauts méthodologiques qui ne sont pas moins patents. M. Chatterton-Hill semble croire, comme les théologiens catholiques, qu'il existe une société chrétienne, alors qu'il existe, qu'il a existé des sociétés qui étaient différentes les unes des autres, mais possédaient un caractère commun, le christianisme, lui-même d'ailleurs modifié en chacune d'elle par la présence de leurs autres caractères. Cette « *societas perfecta* », il en détermine les règles, à travers la prédication chrétienne, sans voir que le contenu de cette prédication a varié au cours des âges, et ces règles consisteraient essentiellement, selon lui, dans le devoir moral et dans la fraternité, c'est-à-dire dans les notions les plus propres à limiter l'égoïsme et à maintenir l'intégration sociale; le rationalisme, religieux avec le protestantisme, philosophique avec le positivisme, politique avec la démocratie, tend à l'anarchie et au nihilisme: l'avenir des sociétés est donc dans le christianisme, dans sa forme du moins la plus complète et la plus harmonieuse, le catholicisme.



Si les faits positifs manquent au livre de M. Chatterton-Hill, ils abondent dans le livre de l'abbé Emiliano Pasteris; malheureusement, ils s'y présentent de façon unilatérale, parce que l'auteur ne cherche pas à décrire et à expliquer, mais à prouver, et ce qu'il veut prouver, c'est qu'il n'y a pas incompatibilité entre la culture humaine, — ce qu'il appelle l'humanisme, — et le christianisme. Il lui a été facile de grouper un grand nombre de données sur l'attitude et l'aptitude sociale, politique, philosophique, littéraire et artistique du christianisme dans la période qui va de ses origines à l'époque des invasions barbares, et certains de ses chapitres constituent d'excellentes dissertations. Mais le reproche que je faisais tout à l'heure à M. Chatterton-Hill peut être repris ici, à savoir qu'il est difficile de parler de civilisation chrétienne au III^e ou au IV^e siècle, alors qu'il existe une civilisation africaine, une asiatique, une égyptienne, une grecque, une romaine, toutes distinctes, et où les idées et les institutions chrétiennes primitives se sont modifiées selon la direction que chacune prenait. Et, d'autre part, le tableau déjà ainsi idéalisé de l'humanisme chrétien correspond d'autant moins à la réalité complète, que l'abbé Pasteris a passé sous silence l'humanisme païen qui subsiste, et, surtout, la barbarie germanique, toute prête à l'assaut du monde ancien, toute prête à modifier, par son catéchuménat brutal, la civilisation chrétienne des origines.



C'est à M. Goblet d'Alviella qu'il faut revenir pour avoir l'impression de la vie réelle du christianisme. En étudiant *L'évolution du dogme catholique*, M. Goblet d'Alviella a bien compris la nécessité pour le christianisme d'évoluer, pour s'adapter au progrès même de l'humanité, et cette évolution, il s'attache, après Loisy et Piepenbring, à en retracer les phases principales. Le fait essentiel qui a fait du christianisme un événement humain, c'est la prédication de la doctrine du Christ par les Juifs dans les villes de la *diaspora*, par Paul de Tarse en terre païenne, le particularisme hébraïco-chrétien ne devant se continuer que bien obscurément dans le groupe des Elkésaites qui jouèrent un rôle fort limité dans l'Islam. Doctrine originellement rurale et égalitaire, le christianisme devenu urbain a dû s'astreindre, pour vivre, à des compromis nécessaires, et cessant d'être messianique pour s'affirmer sôtériologique, il a pu parler à des âmes que les religions orientales avaient préparées à sa prédication.



Quant à l'ouvrage de M. Jules de Gaultier, *Comment naissent les dogmes?* il n'est qu'un recueil de critique littéraire et philosophique, où le procès du déterminisme et de la sociologie est administré dans une langue prétentieuse.



Nous signalerons, pour finir, deux livres, petits, mais riches en faits et en idées, également utilisables par l'historien des religions et le sociologue. Étudiant *Les reliques et images légendaires*, M. P. Saintyves présente toute une série de données de détail sur les reliques du Bouddha, sur les images ouvrant et fermant les yeux, — il eût trouvé, sur ce point, dans les livres sur les campagnes d'Italie des armées françaises, de 1796 à 1799, d'autres témoignages pour le moins amusants, — sur les reliques corporelles du Christ (dents, Sainte-Lance, ombilic, Saint-Sang, barbe, cheveux, ongles, prépuce), sur les talismans et reliques tombés du ciel et ayant un caractère liturgique ou apologétique (pierres de foudre, cordons, lettres, etc.). Mais M. Saintyves ne fait pas, même en introduction, la philosophie du sujet qu'il aborde.



C'est au contraire un des grands intérêts des volumes de M. A. van Gennep que les études de méthodologie qu'il y présente. Dans le quatrième de la série *Religions, mœurs et légendes*, il montre la nécessité, pour comprendre les rites et les mythes anciens, d'analyser la formation et les activités contemporaines des rites et mythes qui vivent dans notre société; à propos du totémisme, il explique comment on a eu tort de grouper sous un même terme, — et par suite de confondre, — des phénomènes religieux et sociaux bien différents. Le reste du volume de M. van Gennep concerne la littérature épique et populaire en Savoie; à cette partie linguistique se rattache une curieuse étude sur la valeur des patois, qu'une société industrielle intelligente, selon lui, devrait conserver, parce qu'ils ont une valeur technologique de premier ordre et préparent ceux qui les parlent à parler les langues étrangères.

Paris.

GEORGES BOURGIN

RASSEGNE - REVUES GÉNÉRALES
ALLG. UEBERSICHTEN - GEN. REVIEWS

REVUE GÉNÉRALE D'ASTRONOMIE

L'HABITABILITÉ DES PLANÈTES.¹

La question relative à des « mondes autres que le nôtre » a toujours intéressé non seulement l'astronome, mais aussi le grand public, surtout depuis qu'on a appris que notre petite Terre, loin d'être le centre de l'Univers, n'est qu'un des nombreux (et pas le plus vaste) corps qui tournent sans cesse autour d'un orbe central (Soleil) qui les dépasse tous, et de beaucoup, en grandeur. Le Soleil est, lui aussi, un des innombrables objets lumineux disséminés dans l'Univers, une étoile plus petite que tant d'autres de celles qui illuminent notre ciel nocturne, bien qu'il y en ait parmi celles-ci qui sont plus petites que lui. Quoiqu'il en soit, son énorme importance pour nous, en tant qu'êtres humains, importance dont l'humanité s'était toujours rendu compte, a été plus que jamais confirmée par les données de la science moderne. Source de presque tous les modes de mouvement, maître de la lumière, du feu et de la vie, toutes ces dénominations ne donnent qu'une faible idée de l'importance absolue qu'il présente pour nous, « les enfants du Soleil », et pour toute vie animée sur notre planète. Dans son puissant voyage à travers l'espace, ce vaste globe est accompagné par un certain nombre d'autres corps, plus petits, les planètes, dont fait partie notre Terre et autour desquelles se meuvent des planètes secondaires, satellites ou lunes; viennent ensuite les comètes, bizarres corps erratiques venant parfois des régions les plus lointaines du domaine solaire dans la direction du Soleil, s'approchant souvent de très près de sa surface, s'éloignant ensuite et manifestant toutes pendant ce temps de remarquables changements, aussi bien dans leur volume que dans leur aspect. Il existe enfin d'innombrables masses plus petites, les météorites, se déplaçant pendant quelque temps selon des orbites qui ne sont pas sans ressemblance avec celles des

¹ Nous avons le vif regret d'annoncer que notre apprécié collaborateur M. F. W. Henkel est décédé le 22 Mai. Nous tenons plusieurs manuscrits de M. Henkel que nous publierons dans nos prochaines livraisons.

LA RÉDACTION.

planètes, rencontrant souvent une de celles-ci et tombant sur sa surface ou peut-être sur le Soleil lui-même, tandis que plusieurs milliers de ces corps s'approchent d'assez près de notre planète et apparaissent sous forme d'étoiles filantes, de bolides, de boules de feu, etc. Sans nous arrêter aux vieilles spéculations relatives à l'habitabilité possible de quelques-uns des corps célestes, nous trouvons que la question intéressait beaucoup le public à l'époque où l'œuvre brillante de Newton avait réussi à donner une base solide au système astronomique de Copernic. Fontenelle, auteur ingénieux d'ouvrages français de vulgarisation scientifique, a composé une série de dialogues imaginaires entre lui-même et une noble dame, « la Marquise », dialogues dans lesquels était discutée la pluralité des mondes; mais il va sans dire que ses conclusions sont dépourvues de toute valeur scientifique, puisqu'il prétendait que les différentes planètes possèdent des habitants dont les qualités étaient en rapport avec les influences que les systèmes astrologiques assignaient à chacune de ces planètes. Les habitants de Mercure avaient un tempérament mercurial chaud et étaient des êtres vifs, ce qui s'expliquait par la proximité du Soleil, les habitants de Vénus étaient des natures tendres et amoureuses et vivaient dans des îles délicieuses, où ils jouissaient de paix et de bonheur, les habitants de Mars étaient combatifs et amoureux de la guerre, etc. Il supposait également que les comètes étaient habitées, malgré les *variations* extrêmes que présente leur température à cause des variations de leur distance par rapport au Soleil; cette opinion était en rapport avec la notion d'après laquelle les comètes étaient des corps solides, ne différant des planètes que par la forme plus excentrique de leurs trajets autour du Soleil. Il faut avouer que nous possédons peu de données scientifiques relatives à ces questions, et nombreux sont ceux qui pensent, non tout à fait sans raison, que notre Terre forme dans l'Univers le seul habitat d'êtres organisés. C'est là sans doute une opinion extrême, bien qu'on puisse accorder qu'il n'est pas facile d'imaginer comment la plupart des formes de vie qui nous sont familières sur cette planète pourraient exister même sur les planètes qui sont les plus rapprochées de nous dans l'espace. Mais la variété même des conditions dans lesquelles, à notre connaissance, la vie est possible et le fait incontestable de l'« unité chimique fondamentale » du Cosmos rendent peu probable l'affirmation que, même dans les limites de notre système solaire, la vie ne peut exister que sur notre planète. Rien ne paraît s'opposer à l'existence sur une planète quelconque (nous devons sans doute faire une exception pour la Lune) d'êtres totalement différents, organisés et aussi bien adaptés aux conditions de leur existence que nous le sommes aux conditions de la nôtre. Quant aux étoiles fixes, leur chaleur intense semble rendre peu probable l'existence actuelle

d'êtres vivants sur leur surface; mais comme elles sont, selon toute probabilité, entourées de planètes mobiles semblables à celles de notre système, il n'y a aucune raison de douter que des conditions plus ou moins analogues à celles existant chez nous y dominant.

Notre propre système solaire présente une considérable variété de corps situés à des distances variables de leur orbe central et de dimensions également très variables. La grande distance qui sépare du Soleil les planètes Jupiter, Saturne (Uranus et Neptune), la grande probabilité que leurs surfaces soient toujours plus ou moins incandescentes, ainsi qu'on peut en juger d'après leur luminosité et les bandes qu'elles présentent, et enfin leurs rotations rapides autour de leurs axes, constituent autant de raisons qui nous empêchent d'admettre que ces planètes soient habitables, bien que, d'un autre côté, il n'existe, autant que nous sachions, aucune raison pour que certains de leurs satellites tout au moins ne soient pas la demeure d'êtres vivants. Nous savons, d'autre part, que grâce à sa proximité du Soleil, la planète Mercure reçoit sur chaque unité carrée de sa surface tournée vers le Soleil six fois plus de chaleur que n'en reçoit une surface correspondante de la Terre, et la découverte de Schiaparelli a montré en outre que ses périodes de rotation et de révolution sont égales à 1, c'est-à-dire qu'un hémisphère se trouve toujours en plein soleil, alors que l'autre est plongé dans l'obscurité: autant de conditions qui ne semblent pas, quant à présent, rendre cette planète apte à servir d'habitation à des êtres vivants. Mais si la découverte annoncée de taches blanches, analogues aux « caps neigeux polaires » de la planète Mars, répond à la réalité, il se peut que la vie soit à même de persister dans quelques parties tout au moins de cette planète. Encore aujourd'hui nous savons très peu de chose sur les conditions que présente sa surface, les « cornes » de son croissant ayant été notées, aussi bien par les premiers observateurs d'il y a un siècle que par les télescopistes modernes, comme étant éoussées, apparence qu'on a attribuée à l'existence sur la planète de hautes montagnes. Il y a quelques raisons de croire à l'existence d'une atmosphère, celle-ci étant toutefois insuffisante pour produire le phénomène d'un anneau de lumière entourant la planète, lorsqu'elle entre dans le limbe du Soleil à l'époque d'un passage, comme c'est le cas de Vénus; mais feu Sir W. Huggens et d'autres spectroscopistes éminents estiment que les lignes du spectre correspondant à la vapeur d'eau sont décidément plus accentuées que dans le spectre de l'air illuminé par l'éclat solaire et formant l'arrière-plan de la planète.

En ce qui concerne la planète Vénus qui suit immédiatement dans l'ordre de la distance par rapport au Soleil, les données que nous possédons relativement à ses conditions physiques sont beaucoup plus complètes. Bien que nous soyons, après tout, beaucoup

moins renseignés sur ces matières que nous ne devrions l'être, vu la proximité relative de cette planète qui se rapproche parfois, de façon à n'être séparée de nous que d'une distance de 26.000.000 de milles (ou 40 millions de kilomètres), distance inférieure à celle qui nous sépare de tout autre corps céleste (la Lune exceptée), nous n'en savons pas moins assez pour apercevoir la grande analogie qui existe entre ses conditions physiques et celles qui règnent sur notre propre planète. Son volume est légèrement inférieur à celui de la Terre (diamètre = 7.700 milles, la surface et le volume étant plus petits en proportion), et d'après des marques découvertes à sa surface on a conclu qu'elle accomplit une rotation autour de son axe dans une période de 23 heures 21 minutes, de sorte que son « jour » a à peu près la même longueur que le nôtre; pourtant Schiaparelli et d'autres observateurs prétendent que la période en question est beaucoup plus longue. La question doit être considérée comme étant toujours jusqu'à un certain degré *sub judice*, bien que l'ancien ouvrage de De Vico donnant la courte période ait récemment reçu une confirmation et que cette opinion ait également pour elle des raisons théoriques. Une ancienne carte de Bianchini, dressée il y a deux cents ans environ et montrant des traits qui ont été largement confirmés par les milliers d'observations faites par De Vico et ses assistants, doit être considérée comme possédant toujours une réelle valeur. On y trouve des marques indiquant l'existence d'océans et de continents « à peine visibles », et on y a décrit également des taches d'un éclat intense, semblables aux caps polaires qu'on voit si bien sur Mars. Schröter et d'autres ont conclu depuis longtemps à l'existence sur cette planète de montagnes élevées. Lorsque Vénus est proche et accomplit son passage à travers le Soleil, on constate nettement l'existence d'une atmosphère étendue, aussi dense que la nôtre, et le spectroscopie montre la présence de vapeurs d'eau assez abondantes. La portion obscure de la planète (celle qui ne regarde pas le Soleil) se présente quelquefois comme faiblement illuminée, de façon à rappeler l'aurore et d'autres manifestations électriques dont la Terre est le théâtre.

Pendant longtemps on ne possédait que des données contradictoires quant à savoir si Vénus possède des satellites; mais il paraît à peu près certain que si un pareil corps existe, il doit être très petit; néanmoins il existe sous ce rapport une compensation, la Terre remplissant en grande partie l'office d'une lune manquante. Il peut paraître étrange de se figurer notre Terre, obscure en apparence, comme un corps lumineux, mais le phénomène de l'éclairage de la Lune par la Terre est dû à la Lumière solaire réfléchiée par notre planète, et il est certain que, vue de Vénus, la Terre doit parfois apparaître comme un objet excessivement brillant. Lorsque Vénus est tout à fait rapprochée (entre la Terre et le Soleil), son côté

obscur est tourné vers nous et se trouvant dans la région du Soleil proche du ciel, elle est ordinairement invisible ou, si elle est visible, ce n'est que pendant un temps très court et sous forme d'un croissant étroit; mais, d'un autre côté, la Terre, qui a des dimensions légèrement plus grandes, a son côté illuminé tourné vers Vénus et doit être remarquablement visible comme un disque « plein », ayant ses dimensions maxima et brillant pendant la nuit, en l'absence du Soleil, d'un éclat qui dépasse beaucoup celui de Vénus tel que nous le constatons. La distance qui sépare Vénus du Soleil ne présente que les trois quarts de celle qui sépare la Terre du Soleil (67.000.000 de milles ou 107 millions de kilomètres), de sorte que chaque étendue de sa surface doit recevoir environ deux fois autant de lumière et de chaleur qu'une étendue égale de la surface de la Terre; mais, ainsi que nous l'avons déjà dit, la présence d'une atmosphère étendue est de nature à atténuer considérablement cette quantité, qui nous paraît excessive. Au point de vue du volume, de la densité et de la constitution générale, cette planète ressemble tellement à notre Terre qu'on a souvent dit qu'elle était la sœur-jumelle de celle-ci. Son diamètre est légèrement plus petit, sa période de rotation (jour) légèrement plus brève et son année dépasse à peine la durée de nos sept mois. Elle semble renfermer de l'air, de l'eau, de la terre ferme, des continents, des montagnes, des neiges polaires. C'est ainsi que nos connaissances actuelles, très limitées d'ailleurs, nous donnent certaines raisons de croire que cette planète peut être habitée par des êtres doués de caractères qui ne doivent pas différer beaucoup des nôtres.

Quant à notre propre satellite, la Lune, presque tous les astronomes sont unanimes à déclarer qu'elle est une planète morte, peut-être même un monde où la vie n'a jamais existé. On n'y a jamais découvert la moindre trace d'atmosphère ou d'eau ce qui, en connexion avec l'absence presque complète d'une variation quelconque des caractères physiques de sa surface (à une ou deux exceptions près, dues sans doute à des raisons optiques), et cela malgré les grandes variations de température qui doivent s'y produire régulièrement chaque mois, constitue peut-être une preuve décisive de la non-habitabilité de la « Reine de la nuit ». Et, pourtant, se basant sur une dissymétrie possible de la Lune imaginée par Hansen, on a émis l'opinion d'après laquelle de l'air et de l'eau en quantités limitées pourraient exister sur le côté de la Lune qui n'est jamais tourné vers nous; mais cette opinion est loin d'avoir pour elle des preuves solides.

Pour la planète Mars nous possédons des données différentes et plus complètes. La plus rapprochée du Soleil après la Terre, elle a un volume et des dimensions plus petits, son diamètre dépassant légèrement la moitié de celui de la Terre, tandis que sa masse est inférieure au neuvième de la masse de celle-ci et que son volume

est neuf fois plus petit que le volume de la Terre. Sa distance du Soleil varie considérablement, dans des limites comprises entre 128 millions de milles (= environ 205 millions de kilomètres) et 155 millions de milles (= environ 250 millions de kilomètres); il accomplit une révolution en 687 jours, et tourne une fois autour de son axe en 24 heures 37 minutes, de sorte que son « jour » est presque de 40 minutes plus *long* (de même que celui de Vénus est de 40 minutes plus *court*) que celui de la Terre. Son équateur forme avec le plan de son orbite un angle de 25° environ, un peu plus grand que celui que forme l'équateur de la Terre avec son orbite (Écliptique) en sorte que, dans la mesure où les saisons dépendent de cette particularité, il ne doit pas y avoir sous ce rapport de grande différence entre les deux planètes. De même que notre Terre, Mars n'est pas parfaitement sphérique, mais légèrement aplati aux pôles, et cet aplatissement est à peu près le même dans les deux cas. Deux petits satellites ou lunes tournent autour de Mars, mais ils sont très petits, aucun d'eux n'ayant un diamètre dépassant dix milles, et n'ont été découverts qu'en 1877 par les observateurs de Washington à l'aide du grand réfracteur de 26 pouces. Ils ne peuvent donner beaucoup de lumière à la principale planète ni produire des marées considérables, mais les particularités de leur mouvement méritent d'être notées brièvement. Phobos, le plus intérieur de ces satellites, tourne autour de Mars dans une période plus brève que celle de la durée d'une rotation de la planète autour de son axe. Il paraît ainsi se lever à l'*ouest* et se coucher à l'*est*. Le satellite extérieur, Deimos, se lève à l'*est* et se couchera à l'*ouest*, comme tous les autres corps célestes en général, mais se déplacera bien lentement, de sorte qu'il y aura entre le lever et le coucher un intervalle de 130 heures, et le satellite subira tous ses changements de phase: « nouvelle », « pleine », etc. quatre fois durant cet intervalle, sa période de révolution étant de 30 heures. On observera encore fréquemment des éclipses de ces satellites et leur passage à travers le disque du Soleil.

Un petit télescope permet généralement de découvrir quelques marques sur la surface de la planète. Avec un instrument plus puissant, on constate des détails bien plus nombreux. Le disque de la planète apparaît d'une coloration moins nettement rougeâtre qu'à l'œil nu, mais cette coloration domine toujours, bien qu'on y trouve aussi des traînées vertes et pourpres, d'un contour plus ou moins distinct. Près de chaque pôle on voit des taches blanches et brillantes dont l'étendue augmente et diminue périodiquement selon leur position respective par rapport au Soleil: les taches du pôle qui ne regarde pas celui-ci s'étendent en effet, tandis que dans le voisinage du pôle tourné vers le Soleil les taches diminuent. Il

s'agit là d'un phénomène analogue (bien que peut être plus complet) à celui que présentent nos neiges polaires, et on a cru pouvoir en tirer cette conclusion, qui paraît d'ailleurs naturelle, que ces taches de Mars ne sont, elles aussi, que des étendues de neige. Les détails présentés par le reste de la surface varient considérablement de temps à autre. Des taches et des marques qu'on voit distinctement à un moment donné deviennent à peine visibles à un autre moment, d'autres marques apparaissant à leur place (la couleur de la surface varie également selon les moments), en rapport sans doute en partie avec les changements produits par la rotation de la planète. Ces variations sont certainement dues en grande partie aux effets de l'atmosphère de la planète, chargée de nuages et de vapeurs qui obscurcissent plus ou moins complètement les détails qui se trouvent derrière. En comparant les dessins faits à des moments différents, on a pu établir des cartes donnant les caractères permanents de la surface planétaire. Elle présente, autant que nous pouvons en juger, une plus grande proportion de terre ferme, par rapport aux mers, que celle existant sur notre planète, peu de grands continents et océans, mais beaucoup de « mers » étroites qui pénètrent dans la « terre » et la divisent. Mais le trait le plus remarquable de la surface de Mars est constitué par des tracés longs et droits qui réunissent les mers plus grandes; ces tracés ont été vus pour la première fois par Schiaparelli qui leur donna le nom de « canaux ». Il les a revus en 1881, quelque uns de ces canaux étant alors doubles; ce fait a été confirmé par d'autres observateurs, tandis que certains astronomes contestent toujours l'existence de ces canaux ou tout au moins leur duplicité. M. Ferby croit que les « doubles canaux » sont des phénomènes purement optiques et fait observer qu'ils présentent exactement la même apparence que présenteraient des marques uniques vues à travers un prisme à image double. Des expériences faites par M. Maunder à Greenwich la même conclusion semble se dégager. D'un autre côté, le professeur Lowell, fermement convaincu de la réalité de ces marques, les considère comme des œuvres artificielles produites par des ingénieurs Martiens. Il pense que cette planète est aujourd'hui à peu près privée d'eau, qu'elle est un monde « périssant de soif », la seule eau qui lui reste étant celle des régions polaires. Lorsque les « caps neigeux » fondent, les canaux conduisent le liquide précieux vers l'équateur, et l'éclosion de la végétation sur leurs rives produit ces changements périodiques de couleur que nous voyons.

Il existe pourtant un peu d'incertitude quant à la vraie nature de ces caps polaires. On avait pensé généralement qu'ils étaient composés de neiges fondant à l'approche de l'été Martien, mais feu le D.^r Johnstone Stoney a émis l'opinion qu'ils étaient composés en réalité de bioxyde de carbone solide, substance qui par ses ap-

parences ressemble beaucoup à de la neige, mais s'évapore à une température bien inférieure. L'atmosphère de Mars est probablement beaucoup plus rarifiée que la nôtre et, comme il est considérablement plus éloigné du Soleil, les températures hivernale et estivale doivent être inférieures, et pourtant les caps polaires diminuent d'une étendue beaucoup plus considérable que celle à laquelle on pourrait s'attendre. Toutes les données que nous possédons semblent attester que cette planète se trouve dans une phase de développement très postérieure à celle de la nôtre. Si nous supposons que la Terre et Mars ont été primitivement tous deux des corps incandescents, il est évident que la planète la plus petite devait se refroidir beaucoup plus rapidement et atteindre plus tôt l'âge de la vieillesse et de la décrépitude. Le spectroscope révèle la présence de vapeurs d'eau dans l'atmosphère de Mars, mais il est généralement admis que la quantité d'air et d'eau est considérablement inférieure, et cela non seulement d'une façon absolue, mais aussi en proportion avec les dimensions de la planète, à celle de la Terre.

Bien que des observateurs enthousiastes soient convaincus que des êtres doués de raison et dans un état de civilisation avancé habitent Mars, il est permis de faire une pause avant d'arriver à cette conclusion. Toutes les données que nous possédons jusqu'à présent indiquent qu'une zone équatoriale étroite peut être la demeure de la vie, du moins d'une vie analogue à celle qui nous est familière. Si les caps polaires sont vraiment composés de bioxyde de carbone solide, la température qui règne durant les saisons hivernales de la planète doit être excessivement basse. Mais ceci n'exclut nullement la possibilité de l'existence de races d'êtres d'un caractère totalement différent de ce que nous pouvons raisonnablement imaginer. Quant à l'envoi de signaux vers la planète, nous pouvons dire que ce sont là des choses qui dépassent actuellement la portée de nos moyens. La distance qui sépare Mars de la Terre peut être évaluée au minimum à 36 millions de milles (= 58 millions de kilomètres), et s'il était possible de planter un « drapeau grand comme l'Irlande » ou la Sicile, illuminé par les lumières les plus puissantes dont nous disposons, ce drapeau n'apparaîtrait pas bien grand à une distance pareille. Mais ordinairement celle-ci est beaucoup plus considérable, ce qui ne pourrait qu'augmenter la difficulté du signalement. Mais si les Martiens sont plus avancés en civilisation que nous-mêmes, ce serait à eux de nous faire connaître leur présence.

Pour ce qui est des autres planètes de notre système, le peu de place dont nous disposons ne nous permet pas de discuter en détail, en ce qui les concerne, la question qui nous intéresse. Ce ne serait d'ailleurs pas nécessaire, car bien que beaucoup de renseignements intéressants aient été accumulés relativement à Jupiter et à Saturne, nous ne savons à peu près rien sur les conditions

physiques d'Uranus et de Neptune, et c'est seulement au cours de l'année dernière, ou à peu près, que la période de rotation d'Uranus a été déterminée d'une façon satisfaisante, tandis que celle de Neptune est toujours inconnue. Les plus petites planètes, situées entre Mars et Jupiter et dont quelques centaines sont actuellement connues, sont trop petites pour qu'on aperçoive leurs disques autrement que dans les télescopes les plus puissants. La planète Jupiter est le membre le plus considérable de notre système, après le Soleil lui-même, auquel il ressemble sous plus d'un rapport. Avec son système de satellites (dont 8 sont actuellement connus) il présente un système solaire en miniature, un « microcosme », ainsi que Galilée l'avait appelé il y a longtemps. Sa surface est recouverte d'une infinie variété de beaux détails, raies de couleur brune ou rougeâtre disposées généralement dans une direction plus ou moins parallèle à l'équateur de la planète. La plupart de ces raies se fusionnent pour former deux belts obscurs, assez nets, situés de chaque côté de l'équateur et occupant à peu près les mêmes régions de latitude que les vents alizés de notre Terre, et il n'est pas du tout improbable qu'il existe aussi des courants aériens engendrés par la rapide rotation de la planète (elle tourne autour d'elle-même en moins de dix heures). Ces marques sont généralement très changeantes : leur volume, leur aspect et leur position respective varient rapidement, de sorte qu'on les a appelées non sans raison « formes de nuages », mais il en est plusieurs qui persistent longtemps, pendant des mois parfois, sans subir beaucoup de variation. Un trait très remarquable, la « grande tache rouge », a été visible d'une façon continue, mais avec des changements de couleur, pendant 30 années, sans qu'il ait subi pendant ce laps de temps une variation notable de volume et d'aspect. Noté d'abord en 1878 comme une tache ovale et rougeâtre, d'environ 30.000 milles de long sur 7.000 de large, il était devenu l'année suivante l'« objet le plus saillant de la planète ». Le spectroscope a révélé la présence dans l'atmosphère planétaire de bandes d'absorption s'étendant probablement très loin, et des observations récentes ont signalé la présence dans les spectres de nouvelles lignes et bandes, les lignes *F* et *C*, dues à l'hydrogène, étant très prononcées. En suivant les marques sur différentes parties de la surface, nous trouvons qu'elles donnent différentes périodes de rotation pour la planète, tandis que la faible densité (qui est environ du quart de celle de la Terre, à peu près la même que celle du Soleil) et la grande luminosité de la planète ont conduit les astronomes à la considérer comme étant dans une certaine mesure autolumineuse, comme un « demi-soleil » qui n'aurait pas encore beaucoup perdu de son incandescence. Pour toutes ces raisons, nous sommes autorisés à penser qu'il est, quant à présent du moins, inhabitable.

Les conditions de Saturne ne diffèrent pas beaucoup de celles

de Jupiter: sa période de rotation, qui est de 10 heures $\frac{1}{4}$, est un peu plus longue, et sa surface est également recouverte de belts parallèles à l'équateur, son pôle étant souvent marqué par un cap de couleur vert sombre. Sa forme est très certainement ovale, l'aplatissement de ses pôles est beaucoup plus prononcé que sur aucune autre planète, la densité de ses matériaux, 8 fois plus faible que celle des matériaux de la Terre, représente les cinq septièmes de celle de l'eau, et on soupçonne de remarquables variations de forme, toutes conditions qui tendent à confirmer l'idée de son état fluide et à imposer la conclusion de sa non-habitabilité. La planète est accompagnée de 9 satellites et est entourée d'un remarquable système annulaire qui ne ressemble à rien autre de ce que nous connaissons dans l'Univers.

Uranus est peut-être visible à l'œil nu, mais même dans un télescope on n'observe que peu de détails de sa surface. Sa période de rotation, qu'on croyait depuis longtemps à peu près égale à celle de Jupiter et de Saturne, a été déterminée spectroscopiquement par M. Lowell, de Flagstaff, Arizona, U. S. A., dans le courant de l'année dernière: elle est légèrement inférieure à 12 heures. Il est probable que son spectre présente des bandes analogues à celles qu'on trouve dans le spectre de Saturne, et des indices de l'existence d'une atmosphère dense. On voit de temps à autre à sa surface des bandes faibles, ou belts, analogues aux belts de Jupiter, tels qu'on les observe dans un très petit télescope. La planète est escortée de quatre satellites, dont le mouvement dans une direction rétrograde a été une des grandes difficultés de la cosmogonie Laplacienne aujourd'hui discréditée.

Nous ne savons que peu de chose sur l'état physique de Neptune, la plus éloignée des planètes. Un seul satellite tourne autour d'elle, dont les dimensions sont probablement un peu plus grandes que celles de notre Lune. La lumière est tellement faible qu'il est difficile d'obtenir les lignes ordinaires du spectre solaire réfléchi, mais il existe de nombreuses bandes obscures indiquant la présence probable d'une atmosphère dense, semblable à celle d'Uranus.

Par la consistance peu solide de leurs matériaux et par les grandes variations de distance que chacun peut constater lors du parcours de leurs orbites autour du Soleil, les comètes peuvent être considérées comme n'étant pas plus habitables que le Soleil lui-même, car même dans les spéculations où nos connaissances sont si incomplètes, nous devons éviter des hypothèses qui sont manifestement trop improbables.

Walthamstow.

F. W. HENKEL

(Traduit par M. le Dr. S. Jankelevitch - Paris).

RIV. DELLE RIV. - REVUE DES REVUES
ZEITSCHR. UMSCHAU - REVIEW OF REVIEWS

Bulletin de l'Institut de Sociologie Solvay - (15 Mars 1913). —
1. « R. KREGLINGER, *De l'origine et de l'évolution de certaines légendes religieuses dans la Grèce antique* ». — Les légendes des Amazones constituent un des problèmes les plus obscurs de la mythologie grecque. « Pour ma part », dit l'A., « je pense qu'on peut s'arrêter à l'explication suivante: sans qu'on sache où vivaient les Amazones, on peut affirmer que la tradition les rattache à l'une de ces régions d'Asie où la divinité suprême était une déesse ». Or, on sait combien les serviteurs d'une divinité s'efforçaient d'en imiter l'aspect; on croyait qu'en empruntant ses formes extérieures, ils s'assuraient une parcelle de la force et du prestige divins. Cette coutume était répandue en Asie Mineure: ainsi, sur les monuments hittites, les prêtres sont revêtus d'habits de femmes. « Dès lors, l'origine de la légende des Amazones — qu'il importe de rattacher aux Hittites — me paraît être vraisemblablement la suivante: les Grecs se rappelaient une époque où, dans leurs expéditions en Asie, ils rencontraient, parmi leurs adversaires, des guerriers qui s'étaient particulièrement consacrés à la divinité qui se trouvait à la tête de leur panthéon, et qui, dans le désir de s'en assimiler la puissance, avaient revêtus les vêtements analogues à ceux qu'ils avaient attribués à cette déesse ». Si cette explication est exacte, elle révèle un procédé curieux de formation des légendes: la légende, bien souvent, résulte de la persistance du souvenir de faits dont on ne se rappelle plus les circonstances ni la vraie signification; on savait que les premiers colonisateurs, dans leurs expéditions asiatiques, avaient rencontré des adversaires habillés d'habits féminins; ce phénomène frappa l'imagination; il fallait qu'on en donnât une raison plausible: la légende fut imaginée pour la fournir. — 2. « N. IVA-

NITZKY: *Sur des formes systématisées d'instruction de la jeunesse chez les primitifs* ». — L'enfant primitif devient apte à se résorber dans son groupe, d'abord par l'assimilation des manières d'agir des adultes parmi lesquels il passe ses premières années, puis par l'adaptation, soit directe, soit complétée par un dressage, au milieu qui l'entoure, enfin par des pratiques qui accompagnent, chez les primitifs, le passage de l'individu d'une étape de sa vie à l'autre. Chez les Boloki on peut observer une forme plus complète d'instruction. Le jeune Boloki apprend les choses nécessaires à la vie par l'assimilation, mais en outre par une instruction spéciale. A l'âge de 14-15 ans, il connaît les noms de toutes les espèces de poissons de rivière; l'astronomie indigène est une branche de son instruction; il apprend que le Soleil continue à se mouvoir de l'ouest à l'est pendant la nuit, pour être prêt à se lever le matin, et que les étoiles sont des espèces de feux-follets qui, à l'origine, habitaient la Terre et sont montés au ciel postérieurement. Il doit connaître la numération de 1 à 10.000 et savoir distinguer les heures de la journée et celles de la nuit. Comme les Boloki sont surtout des marchands, l'enfant accompagne souvent son père dans ses voyages, mais avant de devenir marchand lui-même il a à s'assimiler toutes les règles de son métier. En présence de ces faits, on est porté à croire que chez le primitif, la formation de l'individu n'est pas exclusivement une affaire d'adaptation servile aux conditions du milieu, et que, bien qu'elle ne soit pas institutionnalisée, comme dans les organisations évoluées, elle comporte l'éducation de toutes ses facultés. F. S.

Isis - (N. 1, 1913). — « GEORGE SARTON, *L'histoire de la science* ». — L'histoire de la science a pour but d'établir la genèse et l'enchaînement des faits et des idées scientifiques, en tenant compte de tous les échanges intellectuels et de toutes les influences que le progrès même de la civilisation met constamment en jeu. Et il résulte immédiatement de cette définition que la seule manière rationnelle de découper l'histoire de la science, c'est de la découper par époques. L'élaboration de l'histoire de la science nécessite l'emploi des méthodes et des sciences auxiliaires de l'histoire pour établir la critique externe et interne des matériaux utilisés. Tous nos efforts, dit l'A., doivent tendre à ranger les faits scientifiques dans un ordre déterminé, donc à leur assigner à chacun une date aussi précise que possible, non pas la date de leur naissance ni de leur publication, mais celle de leur incorporation effective dans la pensée scientifique. De même, les biographes doivent s'efforcer de nous délimiter avec précision les périodes pendant lesquelles l'influence des savants de génie s'est fait sentir avec le plus d'intensité, pour pouvoir les ranger, une ou plusieurs fois, dans des séries chronologiques. F. S.

Knowledge - (Avril 1913). — « F. W. HENKEL, *The double (and binary) stars* » (*Les étoiles doubles et binaires*). — On sait que les étoiles doubles ont été découvertes par Sir William Herschell d'une façon tout à fait accidentelle, alors que, ayant constaté que dans certains cas deux ou plusieurs étoiles étaient groupées d'une façon très étroite et supposant que l'étoile la plus brillante était plus rapprochée de notre système que la plus pâle, il avait exécuté de nombreuses mesures, dans le but de trouver les variations annuelles dues à ces différences apparentes de distance. Depuis Herschell, les recherches sur les étoiles doubles se sont multipliées rapidement. Les plus importantes sont celles de Struve (de Dorpat): sur 120 mille étoiles de la première à la troisième grandeur qu'il a examinées du 11 février 1825 au 11 février 1827, cet astronome a trouvé 3112 étoiles doubles, les éléments de chaque couple étant séparés l'un de l'autre par une distance ne dépassant pas 32". L'auteur décrit les particularités que présentent les étoiles doubles au point de vue de leur coloration et de leurs orbites, en s'appuyant, pour ce qui concerne ces dernières, sur les recherches spectroscopiques et sur les travaux de Sir George Darwin et de M. See. S. J.

Nature - (6 Mars 1913). — « AUGUSTO RIGHI, *Sir J. J. Thomson* ». — L'auteur rappelle brièvement les travaux du grand physicien sur les rayons cathodiques, les rayons X et les substances radioactives et montre la transformation radicale qu'ils ont opérée dans nos notions sur la matière, en dépouillant l'atome de ses prérogatives dogmatiques d'invariabilité et d'indivisibilité. « Il existe dans l'histoire des sciences, dit M. Righi, d'autres exemples de découvertes faites dans un bref intervalle de temps et convergeant vers une vérité que la découverte d'un fait final met en lumière. On dit alors que la vérité était « dans l'air », entendant par là que toute personne dans des circonstances favorables aurait pu la découvrir. On ne peut en dire autant des découvertes de Sir Thomson. Depuis le commencement de ses recherches, il se préparait, sans toujours s'en rendre compte, pour la grande découverte de la véritable nature des rayons cathodiques. Il suffit de citer, à l'appui de cette assertion, son remarquable mémoire de 1881, relatif aux effets électriques et magnétiques produits par le mouvement de corps électrisés et qui lui a été inspiré par la théorie de Crooks sur la matière rayonnante ».

— (24 Avril 1913). — « W. D'ARCY THOMPSON, *Aristotle as a naturalist* » (*Aristote comme naturaliste*). — Aristote n'était pas un biologiste au sens propre, moderne du mot. Mais il fut un naturaliste de premier ordre. Il aimait la vie passionnément, il en sentait toute la poésie et trouvait qu'il n'y avait pas d'être vivant qui ne fût digne d'intérêt. Il nous a laissé certaines descriptions

qui sont des modèles du genre. Aristote a été naturaliste avant d'être philosophe. Aussi sa philosophie a-t-elle fortement subi l'influence de ses études sur la nature. Citons, par exemple, l'analogie qu'il établit entre l'État et l'organisme. Ou encore: de même que pour étudier les poissons, il en a réuni un grand nombre de genres et de variétés, dont il a comparé la structure, de même, pour écrire l'histoire naturelle des constitutions et des gouvernements, il a compilé les 200 et quelques *πολιτεῖαι* qui fonctionnaient de son temps ou avaient fonctionné avant lui en Grèce. Il se rapproche sur ce point de Spencer, avec cette différence toutefois qu'il tient davantage compte des motifs et des ambitions humains et que tout en suivant, dans ses études naturelles, la méthode comparée, il ne tombe pas dans un historisme exclusif, mais pense que si les formes inférieures nous aident à comprendre les supérieures, c'est seulement à la lumière des données fournies au préalable par celles-ci.

S. J.

Psiche - (Janvier-Février 1913). — « PAOLO ENRIQUES, *Sulla psicologia dei protozoi* » (*Psychologie des protozoaires*). — Les études de Metalnikow et de Schaeffer sur la mémoire des protozoaires ont projeté une nouvelle lumière sur la question de l'individualité de ces organismes inférieurs. Le protozoaire se reproduisant par scission, on s'est souvent demandé si l'animal, une fois divisé, devait être considéré comme mort ou comme conservant son individualité malgré sa scission. Or, Metalnikoff a prouvé que le protozoaire perd la mémoire de ses expériences individuelles immédiatement après sa division. Il peut donc être considéré comme ayant cessé de vivre en tant qu'individu et comme ayant donné naissance à deux individus entièrement nouveaux.

S. J.

Revue Anthropologique - (Mars 1913). — « P. G. MAHOUDEAU, *Les traditions relatives à l'Atlantide et à la Grèce préhistorique transmises par Platon* ». — Il est généralement admis que l'Atlantide de Platon aurait été une grande île ayant existé au delà du détroit de Gibraltar. Qu'un immense territoire, actuellement submergé, ait existé dans ces régions de l'océan Atlantique, la géologie l'a dès maintenant établi sur des preuves certaines, mais que cette Atlantide géologique soit bien celle dont parle le philosophe grec, c'est ce dont il est permis de douter. L'Atlantide a préoccupé aussi bien les littérateurs que les hommes de science. De très nombreuses opinions ont été émises à ce sujet; mais l'accord est loin d'être fait. D'après le texte de Platon il semblerait que « tout ce qu'il y avait de guerriers » Athéniens ont trouvé la mort dans l'effondrement même de l'Atlantide. Or comme l'armée athénienne n'avait pas dû s'avancer au delà des limites actuelles de l'occident

européen, il est probable que le territoire duquel la disparition fut consignée dans les livres sacrés des prêtres d'Égypte a dû se trouver quelque part entre l'Europe occidentale et méridionale et le Nord-Ouest de l'Afrique. Il se pourrait que ce cataclysme, très ancien au point de vue historique, mais relativement très récent au point de vue géologique, se rapportât à quelques-uns des phénomènes sismiques qui ouvrirent les dernières fosses de la Méditerranée; soit vers l'extrême sud de l'Adriatique, soit du côté de la Sicile. L'Atlantide de Platon n'aurait donc probablement point été une terre située dans le grand Océan. Un autre fait géologique remontant de même à une très haute antiquité se trouve mentionné dans les Dialogues de Platon. Ce sont les modifications subies par le sol, par l'emplacement même ou s'élève la ville d'Athènes. Il s'agit soit d'une inondation considérable, soit plutôt d'une série de phénomènes diluviens ayant donné à l'Attique le modèle actuel. Dans le dialogue du Critias ou de l'Atlantide, Critias raconte, toujours d'après les antiques récits des prêtres égyptiens, apportés en ces lieux par Solon, que la surface du Sol de l'Attique a été jadis très ravagée par les eaux. En conséquence, si l'on ne tient pas compte de l'adaptation concernant l'Atlantide aux connaissances géographiques de l'époque à laquelle vivait Platon, il semble qu'il existait, chez les prêtres de l'Égypte, ou simplement en Grèce, environ huit siècles avant notre ère, certaines traditions conservant le souvenir de cataclysmes géologiques ayant eu lieu en Attique et peut-être aussi dans les régions méridionales de l'Italie. C'est là tout ce qui paraît probable.

F. S.

Revue des Idées - (15 Avril 1913). — « GEORGE BOHN, *Du déterminisme et de la finalité* ». — D'après M. Bohn, le monde vivant serait, comme la nature inorganique, le règne du déterminisme le plus rigoureux, exclusif de toute finalité. Il fonde sa manière de voir, d'un côté, sur le fait que la plupart, sinon toutes les propriétés des êtres vivants résultent de la rencontre fortuite, de la combinaison accidentelle de circonstances souvent très éloignées et très disparates, et, d'un autre côté, sur les nombreuses déficiences, imperfections et « désharmonies » qu'on constate dans la structure des organismes vivants. On peut répondre à M. Bohn que le finalisme n'implique pas nécessairement une harmonie préétablie et une perfection prédéterminée. On peut être finaliste, tout en admettant avec lui et la formation accidentelle des propriétés et caractères des organismes et la fréquente imperfection de ces derniers. Le tout est de savoir si l'organisme sait utiliser au mieux de ses intérêts, de ses besoins, de ses *fins* et ces concours fortuits de circonstances d'où résultent ses propriétés et les imperfections dont il est affligé. Le finalisme n'est autre chose qu'une réponse

affirmative à cette question, et il ne semble pas que les faits infligent un démenti à cette réponse. S. J.

Revue de Métaphysique et de Morale - (Mars 1913). — 1. « A. RIVAUD, *Paul Tannery, historien de la science antique* ». — On ne peut mieux résumer l'œuvre de Paul Tannery qu'en disant qu'il a fait de l'histoire des sciences une véritable science expérimentale, basée uniquement sur les faits, libre de toute construction *a priori*, de toute idée préconçue. A mesure qu'il avançait dans l'étude et la confrontation des textes et des dates chronologiques, il abandonnait de plus en plus l'espoir de trouver dans la science ce développement continu que les évolutionnistes y cherchaient. Aussi sa philosophie de l'histoire nous apparaît-elle paradoxale, parce qu'elle trompe notre attente et va contre tout ce que nous pouvions théoriquement prévoir. Mais elle a en revanche le grand mérite d'être *vraie* au sens le plus large du mot. — 2. « L. ROBIN, *Platon et la Science Sociale* ». — En matière sociale, Platon est loin d'avoir été l'utopiste qu'on se plaît à se représenter, totalement étranger aux faits de la vie réelle, planant uniquement dans le monde des abstractions. Quelle que soit la valeur de la partie constructive de son œuvre sociale (et tout n'y est pas utopie, loin de là), on doit reconnaître qu'il y a fait un effort pour traiter scientifiquement les faits économiques et sociaux, pour les analyser, pour y déterminer des espèces et pour en découvrir les lois. Il a su faire sa place à la société dans le déterminisme de la nature; il a pris obscurément conscience d'un déterminisme proprement social; il a aperçu l'importance des facteurs économiques et il a compris leur action sur la politique; enfin, en énonçant la loi de la division du travail, peut-être même en attribuant à cette loi une signification et une portée très générales, il s'est acquis le titre scientifique le plus solide. S. J.

Revue Scientifique - (15 Mars 1913). — « F. HENNEGUY, *Évolution de l'embryogénie, depuis ses origines, et ses tendances actuelles* ». — Si l'embryologie descriptive est aujourd'hui une science à peu près faite, les recherches les plus récentes ont mis en doute quelques-unes de ses lois qui avaient été considérées jusqu'ici comme fondamentales: loi de l'homologie et de la spécificité des feuilletts blastodermiques, loi de la gastrulation, loi de Fritz Müller, ou loi biogénétique fondamentale de Haeckel, importance des facteurs externes pour le développement de l'œuf, etc. Ces mêmes recherches ont en revanche mis en évidence le rôle capital des facteurs internes, de la constitution physico-chimique des êtres vivants. Or, ces facteurs et cette constitution nous sont encore totalement inconnus. C'est donc dans cette direction que doivent désormais être orientées

les investigations biologiques, aidées des progrès de la micro-chimie. C'est ainsi seulement que nous arriverons à obtenir une représentation vraiment exacte des causes du processus de développement.

— — (5 Avril 1913). — « V. BJERKNES, *La météorologie considérée comme science exacte* ». — L'auteur énumère les principales étapes franchies par la météorologie, depuis l'antiquité jusqu'à nos jours. Depuis les travaux de Halley et de Hadley, la météorologie avait surtout profité des progrès de la physique, mais avant l'établissement de l'aérodynamique, les recherches météorologiques ne pouvaient traiter que de cas idéaux. Aujourd'hui que nous possédons un service météorologique international et que nous sommes à même de sonder la haute atmosphère jusqu'à 20 kilomètres et même davantage, la météorologie se trouve en présence d'un problème concret: la prévision mathématique du temps. Problème difficile, mais non insoluble. Parmi les travaux préparatoires qui ont été entrepris en vue de sa solution, l'auteur cite ceux qui consistent à développer les principes d'une mathématique graphique permettant, au moyen de cartes qui représentent la répartition des pressions, des densités, etc., de déduire graphiquement d'autres cartes utiles, de même qu'on déduit analytiquement une équation de l'autre. S. J.

Rivista di Psicologia - (Janvier-Février 1913). — « G. PORTIGLIOTI, *Le sposi di Gesù* » (*Les épouses de Jésus*). — Sous l'influence des théories de Charcot et de l'école de la Salpêtrière, et se basant à peu près uniquement sur la phénoménologie physique, on avait longtemps considéré et on considère encore aujourd'hui les grandes mystiques chrétiennes, St^e Catherine de Sienne, St^e Thérèse, Marie Alacoque, etc., comme rentrant dans la grande catégorie des hystériques. Ce serait là, d'après l'auteur, une manière de voir erronée. L'analyse de leur phénoménologie psychique, sentimentale, révèle une cohérence, une fixité, une organisation qui sont tout à fait incompatibles avec l'état hystérique. Chez les mystiques, le mécanisme de la vie intellectuelle reste intact. Le trouble porte sur la sphère des conceptions et consiste en ce que les produits de l'imagination et des illusions sensorielles sont acceptés comme des réalités et dirigent dans leur sens l'analyse introspective et la conduite extérieure. Les mystiques sont des monomanes, en proie au délir systématisé. Ces ne sont donc pas des hystériques, mais des paranoïaques. S. J.

Science Progress - (Janvier 1913). — « HUGH S. ELLIOT, *The spectre of vitalism* » (*Le spectre du vitalisme*). — L'auteur se livre, à propos de quelques travaux récents (ceux de MM. Haldane, Oliver Lodge, Hans Driesch, Eugenio Rignano, Sarjant) à une charge à fond de train contre le vitalisme. Il qualifie ce dernier de spectre

et s'applique à le déloger de ses derniers retranchements. Nous doutons seulement qu'il y réussisse, car de même qu'il y a, selon son propre aveu, un matérialisme grossier et un matérialisme scientifique, de même il y a un vitalisme spéculatif ou métaphysique et un vitalisme scientifique, ce dernier n'étant qu'une hypothèse d'attente, destinée à fixer l'attention sur les lacunes que l'explication physico-chimique de la vie n'a pas encore réussi à combler, à supposer toutefois qu'elle y parvienne jamais d'une façon complète et définitive.

S. J.

Zeitschrift für Positivistische Philosophie, I, 1. — « JOSEPH PETZOLDT, *Positivistische Philosophie* » (*Philosophie positiviste*). — La Société de Philosophie Positiviste, dont « *Scientia* » avait annoncé, il y a quelque temps, la fondation, vient de publier le premier numéro de son périodique. Ce numéro s'ouvre par cet article de M. Petzoldt, dans lequel l'auteur expose le programme de la Société de Philosophie Positiviste et de sa revue. Dans cet article, nous relevons les déclarations suivantes que « *Scientia* » a déjà d'ailleurs depuis longtemps faites siennes: « La philosophie n'existe pas en tant que science particulière qui se distingue des autres sciences par un objet particulier ou par une méthode de travail particulière. La pensée philosophique est impliquée dans toutes les sciences et les grands savants l'ont manifestée dans tous les domaines... ». « ...La connaissance n'a pour objet que les notions et les lois fondées sur les faits... ». « ...La science n'est pas explicative, elle est descriptive; ou, plutôt, elle explique en décrivant ».

S. J.

CRONACA - CHRONIQUE

CHRONIK - CHRONICLE

CONGRÈS ET RÉUNIONS.

X^e Congrès international de géographie.

Le dixième Congrès international de géographie s'est réuni à Rome dans le courant du mois d'Avril dernier. Ce congrès s'est occupé des résultats des dernières explorations arctiques et antarctiques et de l'organisation de nouvelles expéditions. Il a décidé en outre de dresser une carte internationale du monde, sur une échelle de 1:1.000.000.

LXXXIV^e Réunion des médecins et naturalistes allemands.

La 84^e Réunion des médecins et naturalistes allemands a eu lieu à Munster, en Westphalie, vers la mi-Septembre 1912. — Les discussions scientifiques, dont nous ne pouvons mentionner ici qu'une petite partie, ont été ouvertes par M. Czerny, de Heidelberg, qui a lu une communication sur « Le traitement non-opératoire des tumeurs ». L'auteur a insisté dans cette communication sur le zèle extraordinaire avec lequel on recherche actuellement les remèdes curatifs contre le cancer, auquel 50.000 personnes environ succombent annuellement en Allemagne! Sans nous engager dans les détails, nous ne mentionnerons ici que ce fait important que, se basant sur son expérience de 2500 cas cliniques et de 1000 cas ambulatoires, M. Czerny affirme n'avoir jamais observé une rétrogression certaine du cancer, sans le secours de la thérapeutique. — La communication suivante a été lue par le professeur Becher, de Munster, qui a choisi le sujet suivant: « La vie et l'âme ». M. Becher est psycho-vitaliste, c'est-à-dire qu'il professe l'opinion d'après laquelle, en dehors des lois et réalités physico-chimiques, des lois et réalités spécifiquement vitales, de nature psychique, jouent un rôle important chez les êtres vivants. — Dans une communication sur la télégraphie sans fil, le comte Arco s'est

surtout occupé de questions techniques. Il a fait cette remarque intéressante que les ondes électriques suivent volontiers le cours des fleuves, fait qui semble se vérifier également en ce qui concerne les orages. — Signalons comme particulièrement intéressante une série de communications « Sur la science de la vie et son importance pour la culture du temps présent ». M. v. Wettstein, de Vienne, parla en général « de l'importance de la biologie au point de vue de la culture ». La biologie elle-même, qui s'est développée sous l'influence de la théorie de la descendance et du darwinisme, peut, en tant que science, être satisfaite des résultats de ses recherches. Ce qui est beaucoup moins satisfaisant, ce sont les rapports qui existent entre la science et les couches profondes de la nation. Lorsqu'on veut apprécier l'influence d'une science sur la culture d'une époque, on doit se demander tout d'abord comment et dans quelle mesure se répandent les données de cette science. Aussi le biologiste doit-il prêter une attention particulière à la littérature biologique populaire et popularisante qui malheureusement présente encore beaucoup de côtés faibles. C'est ainsi qu'on observe avant tout une tendance à accorder une importance exagérée aux considérations théoriques : celles-ci doivent constituer, non le début, mais le couronnement du travail scientifique. — M. le professeur Czerny, de Strassbourg, a parlé de la nécessité d'un enseignement biologique dans les Universités. L'instruction supérieure ne supprime pas toujours le préjugé : on peut dire plutôt que le médecin s'y heurte journellement, aussi bien dans le palais du riche que dans la chaumière du pauvre. Cela s'explique par l'insuffisance de la pensée biologique qui a pour conséquence une compréhension inexacte des facteurs de l'hygiène. Telle ville possède une église remarquable, un hôtel de ville charmant, un musée superbe, un théâtre hors ligne, mais pas de canalisation, pas d'adduction d'eau convenable, pas d'établissements hospitaliers suffisants, etc. Si dans nos programmes d'enseignement on n'accordait pas tant de préférence aux sciences humanistes, aux dépens des sciences biologiques, le développement des villes s'accomplirait suivant un plan différent. Justus v. Liebig exigeait qu'on favorisât non seulement les sciences qui élèvent l'esprit du peuple, mais aussi celles qui augmentent son bien-être matériel, et c'est en se conformant à cette idée qu'on doit exiger l'introduction de l'enseignement biologique dans les Universités. — L'hérédité et la détermination du sexe ont fait l'objet des communications de MM. Correus, de Munster, et Goldschmidt, de Munich. La question de savoir si l'enfant à naître sera garçon ou fille a, selon la remarque de Correus, depuis longtemps intéressé la science. Déjà à la fin du xvii^e siècle un professeur d'anatomie à Leyde a pu réunir 262 théories relatives à la détermination du sexe. Mais c'est la recherche exacte moderne qui a réussi à projeter un peu de lumière dans l'obscurité des hypothèses, et cela surtout depuis l'époque où, au lieu de limiter le problème à l'homme, on l'a étendu également au monde animal et végétal. La détermination du sexe, à laquelle la théorie de l'hérédité de Mendel a apporté une contribution importante, est un processus complexe. Il s'agit tout d'abord de la détermination de la tendance des cellules germinales ; d'après tout ce que nous savons, c'est là un processus d'hérédité, et on peut dire dans ce sens que le sexe constitue une transmission héréditaire. Le sexe de l'embryon ne

se décide qu'à la suite de la rencontre des cellules germinales lors de la fécondation. C'est le hasard qui détermine la rencontre de telles ou telles tendances à chaque fécondation; c'est lui qui décide si l'embryon sera de sexe masculin ou féminin, et il en résulte que le rapport des deux possibilités sexuelles est de 1 : 1. Les déviations de ce rapport doivent être attribuées à des causes secondaires. Il y a très peu de chances pour que nous soyons un jour à même de déterminer à volonté le sexe chez l'homme. D'après M. Goldschmidt, de Munich, c'est dans les chromosomes qu'on devrait chercher les véritables porteurs des qualités héréditaires. Dans les cellules germinales mâles, les chromosomes sont en nombre pair, dans les cellules germinales femelles ils sont tantôt en nombre pair, tantôt en nombre impair. Lorsque la cellule germinale femelle est fécondée par une cellule germinale mâle dont les chromosomes sont en nombre impair, le produit sera un mâle; dans le cas contraire, ce sera une femelle. Le sexe ne serait donc pas déterminé uniquement par la cellule séminale du procréateur mâle. Les recherches cellulaires sont incapables de nous renseigner, à elles seules, sur les forces qui interviennent dans la détermination du sexe; peut-être serons-nous renseignés un jour à ce sujet, grâce au secours de la chimie et de la sérologie. — La dernière communication que nous citerons encore, est celle de M. Nernst sur le développement de la thermodynamique. M. Nernst a attiré l'attention sur ce fait que les deux lois fondamentales de la thermodynamique auxquelles nous attribuons, contrairement à ce que nous faisons pour les autres lois naturelles, une valabilité illimitée, notamment la loi de la conservation de l'énergie et celle de la transformation de la chaleur en travail mécanique, ont bien une portée très générale, mais qu'il s'agit encore de savoir si ces lois expriment exactement et complètement la relation entre la chaleur et les autres formes d'énergie. Cette question a d'autant plus d'importance que nous connaissons depuis quelque temps deux branches de la physique, celle de la radioactivité et celle de la chaleur spécifique, dont les anciens physiciens n'avaient aucune connaissance ou qu'une connaissance incomplète. M. Nernst montre alors par le détail que la conséquence, jadis considérée comme inévitable, de la deuxième loi de la thermodynamique, à savoir l'extinction de la chaleur dans l'Univers, la mort de toutes choses, ne peut plus être envisagée, d'après nos conceptions actuelles, comme une conséquence absolue. Il parla ensuite des récentes expériences sur la chaleur spécifique, qui, contrairement aux exigences de la théorie cinétique de la matière, mais conformément à la théorie du rayonnement de Planck, devient imperceptiblement petite, avant même que soit atteint le point zéro absolu, et il releva l'importance pratique de ces expériences. En terminant, il indiqua les rapports qui existent entre l'affinité d'une réaction chimique et sa résonance calorique, rapports que ses travaux ont tant contribué à élucider.

IX^e Congrès international de zoologie.

Le neuvième Congrès international de zoologie a tenu ses assises à Monaco, du 24 au 29 Mars, dans le palais du Musée Océanographique fondé par le prince de Monaco, et sous la présidence de ce dernier. Ce Congrès a été un véritable succès, aussi bien par le nombre de ses adhé-

rents (723) que par la beauté et l'intérêt des collections que le Musée Océanographique avait offertes à l'admiration des visiteurs. Plus de 150 communications ont été lues par différents auteurs sur les sujets les plus variés. Les citer toutes serait impossible; n'en citer que quelques-unes, serait faire injure aux autres, non moins intéressantes. On s'est beaucoup occupé des découvertes zoologiques faites par *Scotia* et des résultats des explorations faites par le prince de Monaco lui-même et ses collaborateurs à bord du yacht *Princesse Alice*. Ce Congrès constitue un nouveau témoignage éclatant des progrès que les études océanographiques ont accomplis au cours de ces dernières années et de la lumière qu'elles sont susceptibles de projeter sur les origines de la vie. Le Congrès a clos ses travaux par une vaste discussion sur la modification et l'unification de la nomenclature zoologique et entomologique.

II^e Congrès annuel des sociologues allemands.

Le deuxième Congrès annuel des sociologues allemands s'est tenu à Berlin du 20 au 22 Octobre 1912. Il a choisi pour objet de ses discussions le *problème de la nation*. Aussi les débats ont ils présenté un très grand intérêt et, malgré la variété des points de vue auxquels se sont placés les différents orateurs, une unité qu'on rencontre rarement dans ce genre de congrès. Citons, parmi les principales communications: *De la notion sociologique de la culture*, par M. Alfred Weber (Heidelberg); *Du rôle sociologique de la nationalité*, par M. Paul Barth (Leipzig); *Le droit des nationalités*, par M. Ferdinand Schmid (Leipzig); *La nation comme facteur politique*, par M. Ludo D. Hartmann (Vienne); *L'histoire de la philosophie d'après la théorie des races*, par M. Franz Oppenheimer (Berlin); *Le développement historique de l'idée de patrie*, par M. Robert Michels (Turin).

III^e Congrès international d'études historiques.

Ce congrès a eu lieu tout récemment à Londres, sous la présidence de M. James Bryce. On s'y est occupé de philosophie de l'histoire, de l'histoire des études historiques, tandis que dans des sections spéciales des échanges de vues ont eu lieu sur l'histoire de l'Égypte, de l'antiquité classique, de l'Orient, de Byzance, sur l'histoire militaire, navale et coloniale, sur celle des études juridiques et économiques, sur l'évolution des sciences en général, des mathématiques en particulier. M. J. Pease a parlé des inconvénients que présente la monopolisation des études historiques par des hommes politiques, comme c'est le cas en Angleterre. M. A. W. Ward a lu une communication du président sur les récentes découvertes relatives aux premières civilisations méditerranéennes. M. Hoggarth a entretenu l'assistance des Hittites et de leur civilisation. M. E. Bernheim a exposé ses idées sur l'histoire considérée comme une succession de points de vue intellectuels. Mentionnons encore la communication de M. von Gierke sur l'évolution de l'idée du contrôle des actes gouvernementaux par une majorité numérique, et celle du professeur Pirenne sur les principales étapes de l'évolution du capitalisme du XII^e au XIX^e siècle.

Congrès et expéditions scientifiques annoncés.

*** *V^e Congrès international de philosophie.* — En exécution du vote émis par le quatrième Congrès international de philosophie qui a eu lieu à Bologne en 1911, le cinquième Congrès international de philosophie se tiendra à Londres en 1915 et, comme l'annonce vient d'en être faite, du 31 Août au 7 Septembre. Il comprendra huit sections: 1.^o Philosophie générale et Métaphysique; 2.^o Logique et Théorie de la connaissance; 3.^o Histoire de la philosophie; 4.^o Psychologie; 5.^o Esthétique; 6.^o Philosophie morale; 7.^o Philosophie politique et Philosophie du droit; 8.^o Philosophie de la religion. Le vicomte Haldane, lord-chancelier, a accepté la présidence d'honneur du Congrès. Son président effectif sera le professeur Bernard Bosanquet; le secrétaire M. H. Wildon Carr. Le droit d'inscription est de 25 fr. Pour les informations et les communications s'adresser au secrétaire du congrès M. Wildon Carr, esq. [More's Garden, Chelsea, London, S. W.]. Les chèques et mandats doivent être établis au nom du Doct. F. C. S. Schiller, trésorier du Congrès, et adressés à lui [Corpus Christi College, Oxford].

*** *II^e Congrès espagnol de géographie coloniale et commerciale.* — Organisé par la Société de géographie commerciale de Barcelone, le deuxième Congrès de géographie coloniale et commerciale se tiendra dans cette ville au cours de la première quinzaine du mois de Novembre de cette année. A cette occasion sera organisée une exposition de cartes géographiques anciennes, du xiv^e au xvi^e siècle, afin de rendre hommage aux cartographes célèbres qui furent les précurseurs des grandes découvertes géographiques et, par conséquent, du développement commercial.

*** *La prochaine expédition arctique du capitaine Amundsen.* — La subvention de 100.000 francs, accordée par la National Geographic Society, de Washington, assure le succès financier de l'expédition arctique que le capitaine Roald Amundsen projette pour l'année prochaine. Le gouvernement norvégien y contribuera pour sa part par une somme de 200.000 francs. L'explorateur a l'intention de partir à la tête d'une expédition scientifique sur le bateau « Fram » et de rester absent cinq années environ. L'objectif principal d'Amundsen consiste dans l'étude de la dérivation polaire et dans des observations météorologiques, physiques et océanographiques. Il entrera dans la mer polaire par le détroit de Behring, s'y laissera renfermer par les glaces et il espère traverser à la dérive tout le bassin jusqu'à l'Atlantique.

NOUVELLES DIVERSES.
Le pôle continental de la Terre.

Le pôle continental de la Terre vient d'être déterminé exactement par M. Alphonse Berget, professeur à l'Institut océanographique de Paris. Si l'on prend comme pôle, sur une mappemonde, une petite île française

située près de l'embouchure de la Vilaine, l'île Dumet, on peut décrire un grand cercle qui partage le globe terrestre en deux hémisphères tels que l'un d'eux, l'hémisphère continental, renferme le presque totalité des continents : 45,5 % de terre et 54,5 % d'eau, tandis que l'autre, l'hémisphère océanique, contient 88,7 % d'eau contre 11,3 % seulement de terres émergées. Toutes les terres de l'hémisphère continental étant à peu près découvertes, les explorations géographiques à venir, qui préciseront surtout les contours de l'Antarctique, n'affecteront en rien la position fixée pour le pôle de l'hémisphère continental qui se trouve ainsi déterminé d'une façon rigoureuse; depuis longtemps des géographes allemands et français avaient soupçonné que le pôle continental devait se trouver dans ces parages, mais il était nécessaire de le préciser avec exactitude: c'est ce que vient de faire M. Berget. Ajoutons que tout autre pôle que l'île Dumet donnerait des hémisphères où la différence entre le domaine marin et terrestre serait moins accusée.

Station biologique pour l'étude des singes anthropomorphes à Orotawa (Ténériffe).

Sur l'initiative de quelques savant allemands, mais plus spécialement du neuro-pathologiste berlinois bien connu, le professeur Max Rothmann (un des meilleurs élèves du célèbre physiologiste Hermann Munk) une station pour l'étude des singes anthropomorphes vient d'être fondée à Orotawa (côte nord de Ténériffe). D'après ce qu'écrit M. Rothmann lui-même (*Berliner klinische Wochenschrift*, 1912, N. 42 et communications épistolaires), le climat de cette île des Canaries se prête on ne peut mieux à l'acclimatation de ces singes: la différence mensuelle de température est de 17°,8 C. en Janvier et de 23°,3 C. en Août; le thermomètre ne descend jamais au-dessous de 9° C. On peut donc y acclimater avec succès le *Gibbon* des Indes, l'*Orango* de Bornéo et de Sumatra (îles volcaniques comme Ténériffe), le *Chimpanzé* du Cameroun et le *Gorille* (le plus élevé des singes anthropomorphes) qui se trouve dans l'Afrique de l'Ouest. Il est facile de se rendre compte de l'importance d'une pareille institution, non seulement pour les recherches d'anatomie et d'anthropologie comparées, mais aussi pour les études physiologiques sur le cerveau, pour les études psychologiques et chimiques (par exemple sur le sang, afin d'en déterminer l'affinité avec celui de l'homme), etc. Ce sont là des sujets d'une importance capitale, encore inexplorés et sur lesquels règne de nos jours la plus grande incertitude. Actuellement, après avoir vaincu d'énormes difficultés, on a pu réunir à Orotawa sept Chimpanzés; arrivés en 1912, ils sont déjà bien acclimatés et un jeune savant allemand (le docteur Teuber) est en train de se livrer sur eux à des études de psychologie. Il a été pourvu aux premières dépenses à l'aide de moyens privés, provenant plus spécialement de la fondation Selenka et Plaut. Mais actuellement un comité est en train de se constituer, à la tête duquel se trouve l'anatomiste professeur Waldeyer, et les promoteurs espèrent de faire de leur fondation une institution internationale. Souhaitons que, vu l'énorme intérêt que présentent des études faites sur des animaux si voisins de l'homme et destinés à disparaître avec les progrès de la civilisa-

tion, les savants de tous les pays, poussés par l'amour de la science, se réunissent et fassent en sorte que cet Institut, rêve de tant de nobles esprits, devienne vite un fait accompli. Gouvernements, académies, associations publiques et particuliers devraient s'unir pour fournir les moyens nécessaires au fonctionnement d'une pareille station biologique.

ASPERGES FILIPPO - *responsabile.*

MILANO — TIPO-LIT. REBESCHINI DI TURATI E C.

LE TEORIE DELLE SOSTANZE NEI PRESOKRATICI GRECI¹

PARTE PRIMA.

Dalle prime speculazioni fino ad Empedokle.

In questo articolo ² voglio esaminare brevemente quelle teorie che furono ideate e sostenute da varî pensatori e scienziati dell'epoca presocratica, per spiegare le trasformazioni incessanti alle quali, secondo i nostri sensi, sono sottoposte tutte le innumerevoli sostanze che noi osserviamo in natura. Una tale questione è stata trattata e bistrattata dal lato filosofico, e spesso le è stata attribuita una portata diversa da quella che essa veramente ha. Ciò è avvenuto perchè, nell'esame di essa, è stato in gran parte trascurato il punto di vista prettamente scientifico e naturalistico che in essa assume un carattere predominante. Tratteggiando invece la questione in quest'ultimo modo, possiamo cogliere al vivo il cammino di una dottrina scientifica presso i Greci, e vedere come essa si sia evoluta, simile in ciò alle dottrine scientifiche di tutte le epoche, compresa la nostra, sotto una doppia influenza, quella dell'osservazione e della pratica, e quella delle idee filosofiche e gnoseologiche predominanti.

¹ Tengo ad osservare che così come negli altri miei scritti, trascrivo l'ortografia dei nomi propri greci, e parole derivate, *letteralmente* con i caratteri latini equivalenti. Nella sola desinenza, invece del nominativo greco, uso la comune terminazione italiana.

² Molte delle affermazioni contenute in questo articolo saranno discusse e documentate più ampiamente in un volume di prossima pubblicazione: *Storia del pensiero scientifico presso i presocratici*, che forma la prima parte di una *Storia generale del pensiero scientifico dalle origini ai principi del secolo XIX*.



Le trasformazioni di sostanze che colpirono per prime l'immaginazione dei più antichi speculatori non furono, evidentemente, quelle che possono avvenire dentro i crogiuoli o le fiale dell'alchimista. Per avere conoscenza di esse sarebbe occorsa una industria progredita, quale, ad esempio, l'offriva il vecchio Egitto, ed una lunga serie di cultori dell'*arte*. Solamente nel periodo alexandrino vedremo quindi venire alla luce le misteriose scuole di alchimisti, che, riunendo le vecchie pratiche alle speculazioni dei filosofi antichi, dettero un impulso così grande alla tecnica di laboratorio ed alle particolari conoscenze d'ordine chimico. Nel primo periodo, invece, il laboratorio ed il luogo di osservazione erano l'intera natura osservata nelle sue manifestazioni più grandiose e quotidiane. Ecco perchè quella che possiamo chiamare la chimica dei primi secoli, fu una chimica, nei suoi caratteri essenziali, meteorologica. Sono le grandi acque che cadono dal cielo, le numerose fonti che sgorgano dalla terra, sono i fenomeni dell'evaporazione delle acque stesse dai recipienti esposti all'aria, dai laghi, dal mare, sono i depositi terrosi lasciati dai fiumi nel loro corso inferiore ed alla loro foce, e l'erosione che essi esercitano nei luoghi più alti, sono tutti questi fenomeni, dico, che suscitano i primi problemi sulla trasformazione delle sostanze. Si aggiungano la forza distruttrice e meravigliosa del fuoco terrestre che fa sparire ciò che brucia, quella del fuoco celeste che asciuga e secca, ed infine si considerino ancora tutti i fenomeni organici di nascita e di morte, di composizione e di putrefazione, ed avremo così un quadro completo, quasi, dei fatti materiali che, colpendo lo sguardo dei primi naturalisti, determinarono in essi dei tentativi di ordinamento e di spiegazione.

Esistono limiti in queste continue trasformazioni? Questa dovette essere una delle prime domande che i fisiologi greci si siano rivolte. La prima risposta fu che limiti non ve ne erano. Tutto si trasforma in tutto: noi vediamo bene, tale era il loro ragionamento, come l'acqua, evaporandosi, si trasforma in aria. Questa, alla sua volta, ricade sulla terra sotto la forma di acqua. Numerosi fenomeni mostrano come l'acqua si muti in terra, ed il fenomeno inverso lo vediamo continuamente

nelle fonti e nelle soluzioni. Le relazioni fra aria ed acqua, da una parte, e fuoco, dall'altra, sono pure evidenti. Non è il fuoco celeste quello che attira l'acqua per *nutrirsene*, e l'aria riscaldata non mostra *in potenza* la proprietà di poter divenire luminosa e trasformarsi in fuoco? Tutto quindi si trasforma in tutto.

Questa è la risposta che dai primi naturalisti, i fisiologi ioni, fu data al problema che, per la sua generalità ed importanza, si imponeva urgentemente anche allora, ma che, ciò nonostante, per la sua intrinseca difficoltà, cerca ancor oggi una soluzione soddisfacente. La risposta, e ciò è facilmente comprensibile, non era data, allora, nei termini espliciti che sopra ho enunciato. Si cercava piuttosto di riportare tutte le sostanze ad una unica che formasse il substrato di tutte le altre. Ma in questa operazione quali erano le ragioni che spingevano a dare un posto di preferenza ad una delle sostanze conosciute piuttosto che ad un'altra? Ed, anzitutto, se ogni cosa si trasformava in ogni altra, non si poteva in egual modo partire da una sostanza qualunque e considerare indifferentemente questa od un'altra come la *ἅλη* di tutto?

Per rendersi conto come una concezione così generale dovesse essere impensabile agli antichi, basta ricordare quello che ancor oggi avviene per una serie di concetti analoghi, quelli cioè che trattano di causa ed effetto. Oggidì, introducendo il concetto di funzione, sparisce l'antinomia da lungo tempo veduta fra causa ed effetto, ambedue possono scambiarsi fra di loro, e, tutto al più, una certa differenza può trovarsi nei loro rapporti, di indole secondaria, di prima e di poi. Eppure quanto tempo è occorso per arrivare a questo concetto più generale e per riconoscere appunto in causa ed effetto due enti reversibili! Ed ancora oggidì, secondo il *buon senso comune*, la distinzione è netta e profondamente radicata.

Ora una cosa simile doveva accadere per il concetto delle trasformazioni delle sostanze. Va bene che tutto si trasformava in tutto, ma, così era il ragionamento istintivo dei primi pensatori, ma doveva bene esserci una sostanza che, pure prendendo diversi aspetti, rimaneva sempre la stessa e che quindi, in fondo, era la vera sostanza esistente; era quella, cioè, che si manteneva durante il continuo cambiamento di tutto.

Non è detto che Thalete, quando espresse l'opinione che tutto ha origine dall'acqua, potesse seguire coscientemente dei

ragionamenti simili a quelli che ora ho riportato, e che arrivasse a ciò solamente osservando, e riflettendo sulle sue osservazioni. La cosa sarebbe stata un anacronismo. Influiamo invece, e potentemente, su lui, e miti indigeni e racconti di popoli stranieri. Ma lo scienziato, appropriandosi questi miti, ne cercava una spiegazione naturale. Aristotele, infatti, sebbene in modo congetturale (*Metaph.*, I, 3), ci riporta i ragionamenti che doveva fare Thalete per arrivare alle sue conclusioni: la nutrizione delle piante e degli animali è umida, il calore della vita viene dall'umido, umidi sono i semi delle piante e quelli degli animali e degli uomini. Tutto si genera quindi dall'acqua.

I concetti ora espressi, e che sorsero dapprima in forma incerta e confusa, si andarono continuamente affinando e si ridussero sempre più rigorosi. Con Anaksimandro, lo scienziato più eminente della scuola ionica, la dottrina prese un aspetto assolutamente scientifico. Esiste un *quid* che con le sue continue ed incessanti trasformazioni dà origine a tutte le sostanze. Anaksimandro denomina *ἄπειρον* questo *quid*; esso è quindi qualche cosa di indefinito (non di illimitato!!). Ma questo concetto, più scientifico, era forse troppo precocemente astratto, ed, in seguito, si ritornò a cercare fra le sostanze praticamente conosciute quella che sembrava rappresentare in miglior modo la *ἀρχή*, la *ἕλη* di tutto. Così abbiamo, volta a volta, elevati alla prima dignità l'aria (Anaksimene) ed il fuoco (Herakleito). Si noti qui subito come errino molti che vogliono riconoscere negli antichi pensatori, anteriori ad Empedokle, una teoria di elementi, che, in certa guisa, potesse assomigliare a quella del medico-poeta di Akragas. Anche i commentatori antichi, imbevuti delle teorie posteriori dei quattro elementi, e specialmente di quella aristotelica, non capirono assolutamente il primitivo sviluppo della questione; le loro informazioni perciò vanno interpretate *cum grano salis*. Secondo tali teorie anche gli ionici e gli antichi pythagorici dovrebbero avere riconosciuto senz'altro (!!) i quattro elementi; essi però avrebbero elevato ad un rango speciale uno, od anche più di uno di essi. Una tale tesi è insostenibile e si basa su un errore di comprensione intorno all'uso di alcune parole. Nei fisici più antichi erano comuni le parole terra, acqua, aria, fuoco; la conoscenza e la distinzione allora limitatissima delle varie sostanze si estendeva a poche più di quelle che, all'osservazione

quotidiana, rappresentavano i diversi stati dei corpi, solido, liquido ed aeriforme, mentre si faceva, in più, una parte speciale al fenomeno singolarissimo ed appariscente del fuoco, concepito come una sostanza. Questi termini dovevano ricorrere quindi spessissimo e necessariamente nelle varie considerazioni naturali, e rappresentare, in realtà, quasi dei sinonimi dei termini che esprimevano i varî stati di forma. È per questo che, in queste parole, non si può ammettere nei primordî quel concetto di *elemento* che più tardi vi fu compreso. Come si potrà anche vedere nel corso di questo articolo, commettere un tale errore di interpretazione vorrebbe dire misconoscere tutta l'evoluzione del pensiero antico sull'essenza e sulle trasformazioni delle sostanze.

Presso gli ionici la soluzione del problema non si limitò all'affermazione della trasformabilità illimitata, ma si estese ancora alla ricerca del modo delle trasformazioni e delle regolarità che in esse si verificano. La teoria generale scientifica si addentrava così anche nel particolare, e preparava una serie di affermazioni che sarebbero poi dovute passare attraverso il controllo dell'osservazione e dell'esperienza, e, secondo i risultati così ottenuti, venire rinsaldate o infirmate.

Gli ionici non ricercarono una causa esterna alla sostanza alla quale potere attribuire le trasformazioni di questa. Essi ammisero invece, animisticamente, nelle sostanze stesse la potenza di determinare le proprie variazioni. Il modo poi della trasformazione venne loro suggerito dalla più elementare osservazione sulle varie densità; nelle opinioni attribuite ad Anaximene troviamo infatti, chiaramente espressa, l'indicazione sui processi di rarefazione e di condensazione (*μάνωσις* e *πύκνωσις*); è assai probabile, però, che un tale concetto dovesse fare parte delle teorie di Anaximandro; su un tale punto non abbiamo informazioni esplicite. Una tale supposizione però sarebbe assolutamente sicura se, insieme ad H. W. Roscher, vogliamo attribuire la redazione dei primi undici capitoli del *περὶ ἑβδομάδων* ad uno scrittore ionico dell'epoca che corre fra Thalete ed Anaximandro.¹ I concetti di caldo e di freddo (*θερμόν* e *ψυχρόν*) erano associati inoltre alle trasformazioni come covarianti, ma non come determinanti i cambiamenti stessi. Le regolarità

¹ Cfr. H. W. ROSCHER, *Ueber Alter, Ursprung und Bedeutung der hippokratischen Schrift über die Siebenzahl*, Leipzig, 1911.

osservate nelle trasformazioni sono poi fortemente accentuate, specialmente in Herakleito. Le due vie del $\kappa\acute{\alpha}\tau\omega$ $\acute{o}\delta\acute{o}\varsigma$ e dell' $\acute{\alpha}\nu\omega$ $\acute{o}\delta\acute{o}\varsigma$, ossia delle trasformazioni dal più leggero al più denso (fuoco → aria → acqua → terra) e quelle inverse dal più denso al più leggero, sebbene già accennate dai primi ionici, sono, dal pensatore di Epheso, poste a fondamento di ogni osservazione naturale. E nonostante che Herakleito, spirito eminentemente religioso, sia il filosofo ionico che si trova più lungi dalla mentalità di un vero scienziato, troviamo particolare ad esso una delle teorie che maggiore influenza esercitò sulle dottrine meteorologiche posteriori, quella dell' $\acute{\alpha}\nu\alpha\theta\acute{\upsilon}\mu\iota\alpha\varsigma$. Due $\acute{\alpha}\nu\alpha\theta\acute{\upsilon}\mu\iota\alpha\varsigma$, due emanazioni, si sprigionano continuamente, l'una dal mare, l'altra dalla terra. La prima è densa, oscura, essa forma le nubi, la notte, l'inverno; la seconda è chiara, lucente, e viene poi a brillare negli astri, e cagiona il giorno, l'estate. La prima ci rappresenta evidentemente l'evaporazione dei mari, evaporazione che, pure *nutrendo* in parte il sole e le stelle, si condensa per la maggior parte e ricade poi come pioggia; la seconda è di spiegazione alquanto difficile, dal lato naturalistico, ed in essa si è cercato anche di ravvisare l'irraggiamento calorifico emesso dalla terra.



Abbiamo visto quale era l'indirizzo che, nell'antico mondo greco, avevano preso le considerazioni sulle trasformazioni e sull'essenza delle sostanze. Ma alcuni ragionamenti di natura filosofica e gnoseologica cambiarono ben tosto questo indirizzo portandone innanzi un altro di carattere ben differente. Queste considerazioni si collegano alle speculazioni di Herakleito stesso e, specialmente, a quelle di Parmenide. Il primo si può considerare come il creatore di un relativismo sistematico: « Discendiamo negli stessi fiumi e non vi discendiamo; noi siamo noi e non siamo noi » (Fr. 49), ¹ dice egli nel suo scritto. « L'acqua del mare è la più pura e la più impura; potabile e salubre per i pesci, essa è imbevibile e dannosa per gli uomini » (Fr. 61). Nell'incessante divenire e trasformarsi di ogni cosa, nulla si mantiene, tutto varia; i valori poi, non

¹ Il numero dei frammenti che cito è quello della raccolta del DIELS, *Die Fragmente der Vorsokratiker*, Berlin, 1906, e la traduzione è fatta sul testo nella lezione ivi riportata.

solamente cambiano col tempo, ma in uno stesso istante, sono diversi e contrari a seconda del punto di vista dal quale si parte. E nello stesso tempo, mentre le cose variano, può a noi sembrare che esse siano le stesse. Non vi è in tutto ciò l'affermazione implicita che tutto quello che conosciamo *non è*, ma, divenendo continuamente, è quasi *illusione* dei nostri sensi? Herakleito non ci dice esplicitamente ciò; questo è invece espresso in modo ben chiaro da Parmenide, l'antico pensatore di Elea, che gli storici della filosofia, amanti dei contrasti, hanno quasi voluto contrapporre al filosofo di Epheso, sebbene il contrasto sia invero più apparente che reale. Ma questo è stato un vecchio vezzo di filosofi che hanno voluto fare di un periodo mirabile per la sua continuità di pensiero, un'epoca nella quale il solo gusto dei pensatori era quello di contraddire in ogni maniera possibile i loro predecessori. Parmenide, dunque, distingue recisamente il mondo del variabile e dell'incerto, che è dominio dei nostri sensi fallaci, da quello *veramente vero*, che è solamente esistente, e raggiungibile, forse, con la ragione, almeno con la sua. Questo mondo *vero*, che è l'essere per antonomasia, è immutabile, eterno ed anche immobile; solamente la ricerca e la conoscenza di esso può farci raggiungere la verità.

Queste nuove concezioni, sulle quali in questo articolo non posso ulteriormente soffermarmi, ebbero grande influenza sul pensiero generale nel mondo ellenico. Ogni disciplina, può dirsi, ne risentì. Anche ridotta ad un contrasto meno reciso, la dottrina di Parmenide, fondando la gnoseologia, impostò il problema di ricercare *dietro* i fenomeni apparenti, quali ci sono forniti dai sensi, la loro vera essenza. Quest'ultima doveva poi necessariamente possedere alcuni caratteri particolari; non potendosi però nello sviluppo successivo delle discipline scientifiche mantenere quello dell'assoluta immobilità, essi si ridussero a quelli rigorosi della immutabilità e della eternità. Questi nuovi concetti dunque si imposero anche per spiegare le trasformazioni delle sostanze. Ed allora, poste da parte le apparenti variazioni, non si affermò più con Herakleito, espressione fedele, in questa, delle antiche teorie ioniche, che: « Il fuoco vive la morte della terra, l'aria quella del fuoco, l'acqua quella dell'aria, la terra quella dell'acqua » (Fr. 16), ma si arrivò ad affermare insieme ad Empedokle: « Non vi è propriamente alcuna nascita delle cose mortali, nè alcun fine per

una morte infelice. Vi sono solamente mescolanze e scambi fra le cose mescolate: la nascita è solamente un nome usato dagli uomini per indicare queste cose » (Fr. 8), oppure con Anaxagora: « Gli Helleni non si esprimono rettamente quando parlano di nascita e di morte: nulla infatti nasce o perisce, ma ogni cosa si mescola o si separa dalle cose esistenti. E così meglio direbbero mescolarsi invece di nascere, separarsi invece di perire » (Fr. 17).

Il problema all'epoca nella quale siamo giunti viene quindi posto nella maniera seguente: Tutte le trasformazioni sono apparenze fallaci dei sensi. Bisogna trovare ciò che vi è di diverso, di vero e di stabile dietro tutti questi fenomeni falsi.

La risoluzione del problema, caso strano, ma verificatosi frequentemente sotto forme analoghe nel corso della storia, avverrà nella sua massima parte mediante l'appropriazione di una dottrina che, nel tempo stesso, faceva bancarotta in un altro ramo delle scienze, in quello matematico.



Il concetto fondamentale della primitiva geometria dei pensatori della scuola pythagorica era quello del punto. Tutto, linee, figure piane e solide, tutto, secondo la loro opinione, era *formato* di punti. Questi devono, evidentemente, possedere delle posizioni, ed, in ultima analisi, avere una certa grandezza. Strettamente collegata alla teoria dei punti, anzi forse da essa dipendente, era quella dottrina più generale che si esplicò nella mistica dei numeri. « Tutto ciò che si può conoscere ha un numero. Senza di questo nulla si può comprendere o conoscere », ci dice un pythagorico relativamente recente, Philolao (Fr. 4). Ma il numero non è concepito solamente come misura quantitativa che ci esprima, ad es., i rapporti fra le lunghezze delle corde vibranti ed i suoni percepiti; esso ci dà anche, e più, ciò che *compon*e, sotto forma di quantità e di disposizione dei punti, le diverse sostanze. In questo senso la teoria dei numeri componenti l'intiero cosmo diviene comprensibile e naturale; ogni dimensione di esso si ottiene numerando o trovando un numero proporzionale ai punti che intercedono fra quelli estremi.

Ho detto che quando questa teoria, da geometrica o generica, ma senz'altro valore specifico che quello geometrico

stesso, passò nella teoria delle trasformazioni delle sostanze e della essenza loro, essa aveva fatto bancarotta nella sua disciplina di origine. È ben noto, infatti, come, secondo la leggenda, ben presto, e con lo stesso fondatore della scuola, la teoria delle figure composte di punti dovette sopportare colpi fierissimi che, in poco tempo, la condussero a perire. Si era appena stabilito il cosiddetto teorema di Pythagora¹ che si riconobbe, e la cosa suscitò scandalo e fu tenuta segreta con ogni cura, che il diametro del quadrato non era commensurabile con i lati. Come sarebbe stato possibile ciò se le rette erano composte di punti, questi erano numerabili, ed il loro numero rappresentava appunto la lunghezza dei vari segmenti?

Eppure un ragionamento semplicissimo, forse quello accennato da Aristotele nell'*Analytica*² e che poi si trova per esteso in Eukleide,³ dimostrava la cosa in modo irrefutabile mostrando come, ammessa la commensurabilità del lato col diametro, un numero avrebbe dovuto essere pari e dispari nello stesso tempo. Questa dimostrazione per assurdo rovinava irrimediabilmente tutto il primitivo edificio pythagorico basato sui punti e sui numeri; si spiega perciò la cura gelosa di tenere nascosta l'esistenza di cose così *irrazionali* (*ἄλογα*) sperando, una volta o l'altra, di potere uscire dal ginepraio. Ma a nulla valse questa cura. Non solamente aumentò in modo continuo il numero delle grandezze che dovevano venire riconosciute incommensurabili rispetto ad altre, non solamente andarono continuamente crescendo le indiscrezioni fatte da membri della confraternita, e contro le quali non valsero le espulsioni e le scomuniche, ma anche fuori del campo degli irrazionali la teoria delle linee *composte* di punti, del tempo *composto* di istanti, fu battuta in piena breccia dai trionfanti ragionamenti (*λόγοι*) di Zenone.

La partita era perduta irrimediabilmente per i matematici dell'antica scuola; i nuovi, prudenti e guardinghi, eressero su nuove e più sicure basi quell'edificio geometrico che forma uno dei vanti più gloriosi ed uno dei più preziosi frutti dell'an-

¹ In un triangolo rettangolo la somma dei quadrati sui cateti è uguale al quadrato costruito sull'ipotenusa. *Eukleide*, I, 47.

² *Analyt. prot.*, I, 23.

³ *Eukl.*, X, App. 97 (ad libr. X, prop. 115). Ed. Heiberg, Lipsiae. Se si potesse trovare un rapporto $a:b$ che esprimesse quello del lato del quadrato al diametro, allora b dovrebbe essere necessariamente, e nello stesso tempo, pari e dispari.

tica civiltà ellenica. Frattanto il concetto fondamentale della teoria della composizione per punti passava, come ho detto, dal campo della geometria astratta alla teoria della composizione effettiva dei corpi.

• •

L'arte pratica mostrava come, ad es., imbevendo la creta con l'acqua, si potessero formare i modelli dello scultore. Con frase poetica potevasi, e senza nessuna concezione simile a quella posteriore degli elementi, dire che le cose, gli uomini, erano composti di terra ed acqua.¹ Così Xenophane ci canta: « Terra ed acqua formano il tutto, ciò che diviene e cresce » (Fr. 29), ed anche: « Perchè tutti noi siamo nati da terra e da acqua » (Fr. 33). E così, partendo da concezioni analoghe, quando Parmenide, nonostante che il *non essere*, quello dato dai sensi fallaci, non si possa *nè pensare nè concepire* (Fr. 4, v. 7-8), ci parla e ci espone la sua fisica, che altro non è che l'insieme delle dottrine di una parte della scuola pythagorica contemporanea, egli accenna a due forme che sono come gli *ἀρχαί* di tutte le cose: « Qui il fuoco eterno, mite, leggerissimo, ovunque simile a se stesso, diverso però dalle altre cose. E completamente ad esso opposta l'oscurità senza luce, corpo denso e pesante » (Fr. 8, v. 56-59). Questi accenni ci mostrano come già fosse preparato il terreno per arrivare al concetto delle sostanze composte dal miscuglio di più altre. Ad essa aveva aperta la via anche uno stato di spirito della antica scuola italica che consisteva nel trovare ed ammettere opposizioni e contrari di tutte le cose, stato di spirito che contribuì anche a disgiungere dalle sostanze inerti la forza che le anima. Sta il fatto che quando si volle riconoscere inadatta la via già seguita dalla scuola ionica, tutte le condizioni erano favorevoli per sostituire ad essa una teoria che riconosceva il mondo come formato da più sostanze invariabili ed eterne, così come i corpi geometrici erano (secondo le primitive teorie) formati

¹ Simili espressioni sono comuni nell'antica letteratura. Anche Homero in un'apostrofe di Menelao (VII, 99) gli fa dire: « ma voi tutti foste generati di acqua e terra », ed Hesiodo parlando della creazione della donna (*Erga*, 60 e 79) narra come Hêphaisto prendesse a formare terra insieme con acqua. Così nella *Genesis* (II, 7) troviamo un concetto del tutto simile che riporto dalla Volgata: « Formavit igitur Dominus Deus hominem de limo terrae et inspiravit in faciem eius spiraculum vitae ».

da punti, e che postulava essere le diverse apparenze il risultato di una diversità qualitativa e quantitativa di miscugli. In queste teorie, però, il fatto al quale dovevasi soprattutto badare, e che, *a priori*, era riconosciuto come assolutamente necessario, era quello della *invariabilità* degli elementi primitivi, elementi che dovevano formare il vero essere (*τὸ ὄν*) concepito da Parmenide.

Su questa nuova via tre indirizzi diversi potevano essere seguiti: O si poteva ammettere un numero limitato di sostanze primitive, invariabili, che con la loro mescolanza facevano apparire le sostanze più svariate; o supporre come esistenti fin dal principio, ed indipendentemente fra di loro, tutte le più svariate ed infinite sostanze, e fare dipendere l'apparenza da quella che a volta a volta predominava, in seguito a fenomeni di associazione o di dissociazione degli elementi simili; o infine si poteva postulare un solo ed unico elemento originario, e spiegare i diversi aspetti che questo viene a presentare dal fatto che le particelle (*ἄτομοι*), i punti possedenti volume e peso, secondo l'antica concezione pythagorica, potevano ricevere forme diverse od avere fra di loro diverse posizioni relative.

Tutte e tre queste vie sono state seguite; esponente della prima è Empedokle, della seconda Anaxagora, Leukippo e Demokrito lo sono della terza.



La teoria di Empedokle, oltre che dall'evoluzione di idee sopra esposta era, a mio parere, già da lungo tempo preparata dai medici. Troviamo già in Alkmaione di Crotone, che, come ci attesta Aristotele (*Metaph.*, I. 5) conobbe vivo Pythagora, alcuni accenni che contengono in germe la futura teoria umorale che è conosciuta sotto il nome di Hippokrate di Kos.¹ La salute viene conservata dall'equilibrio delle potenze: umido e secco, freddo e caldo, amaro e dolce, etc. Le malattie dipendono dalla *monarchia* di una di esse. In Philolao² troviamo tre succhi che determinano lo stato del corpo umano, il sangue, la bile ed il flegma (*αἷμα, χολή, φλέγμα*), ed infine nell'autore del *περὶ φύσιος ἀνδρώπου* troviamo i quattro succhi divenuti poi

¹ Vedi il passo di Aetio, V, 30, 1 (DIELS, l. c., Alkmaion, fr. 1).

² MENON, *Anonim. Londin.*, 18, 8p. 31 (in DIELS, *Philolaos*, A. 238).

classici, cioè i tre di prima nei quali la *χολή* si suddivide in due, nella gialla e nella nera.

Analogamente al modo nel quale i diversi succhi colle loro mescolanze determinano lo stato del corpo animale, così i diversi elementi determinano le diverse sostanze. Non per nulla Empedokle era medico ed era in stretto rapporto con le scuole mediche di Sicilia. Dalle teorie di queste, quindi, egli ebbe forse la prima ispirazione per pronunciare nettamente la dottrina degli elementi che formavano le sostanze, mentre il numero e la qualità di esse gli erano forniti direttamente dalle idee precedenti e dalla più semplice osservazione. L'acqua, l'aria, il fuoco, erano sorti, volta a volta, nella scuola ionica, al grado ed all'onore di *ἕλη*; la terra, l'acqua, l'aria ed il fuoco erano stati riconosciuti come i rappresentanti dei vari stati di forma. Acqua e terra, terra e fuoco, erano stati cantati da Xenofane e da Parmenide come componenti le varie cose. I quattro elementi erano così ben stabiliti per numero, trovati e determinati per qualità. Come si è detto, essi dovevano essere immutabili ed eterni; il formarsi ed il disfarsi dei loro miscugli cagionava l'apparente nascere e perire.

Ma con la nuova concezione sorgono necessariamente nuove e diverse ipotesi. Una di queste, ed essa sarà comune alla teoria di Empedokle ed a quella di Anaxagora, è che implicitamente viene negata l'assoluta trasmutabilità fra tutte le sostanze. Un'altra, e questa è comune a tutte e tre le dottrine, sebbene non sia necessariamente implicita in tutte esse, è la dipendenza delle sostanze, nella loro trasformazione, da forze ad esse estranee. Nelle dottrine degli ionici la sostanza possedeva in sè la potenza di trasformarsi; il fatto poi che essa in sè stessa racchiudeva tutto ciò che era necessario per un tale fatto rendeva la dottrina assai accettabile dal lato logico. Ma quando le sostanze irriducibili fra di loro vengono ad essere parecchie, allora in una di esse non vi è *in potenza* la possibilità di trasformarsi in un modo qualsiasi, mentre per ciò è necessario il concorso di una sostanza estranea. Viene quindi assai naturalmente a stabilirsi un che estraneo alle sostanze e che ne regola le trasformazioni. Così, nonostante che Empedokle attribuisca nomi di divinità ai suoi elementi: « Ascolta dapprima le quattro radici di ogni cosa, Zeus splendente, Hêrê che porta la vita, ed Aidoneus e Nêstis che con le lagrime alimenta i dolori umani » (Fr. 6), egli toglie ad

essi ogni potenza e volontà propria, e sottopone tutti i loro miscugli all'azione di due forze, la *φιλότης* ed il *νεῖκος*, l'amore e la lotta.¹ La dottrina di Empedokle, per quello che possiamo arguire dai frammenti numerosi rimastici, dove la forma smagliante e poetica vela però spesso il rigore scientifico, non rimane troppo chiara sotto questo riguardo. Forse nella mente dell'Akrigentino le idee stesse non erano giunte, in parte, al punto di assoluta chiarezza. Non è però inutile cercare di tracciarne un quadro, conducendo qualche volta agli estremi il pensiero stesso del poeta.

I quattro elementi, dunque, entrano in miscuglio fra loro sotto l'impero di due grandi forze fra loro contrarie, l'amore e la lotta. Queste determinano le unioni e le scomposizioni, ognuna, naturalmente, secondo il proprio carattere. E non agiscono assieme, ma, in un dato luogo, ora domina l'una, ora l'altra. Parlando con terminologia moderna si deve, in certo qual modo, immaginare il cosmo come riempito di due fluidi non mescolabili, ma capaci di occupare ciascuno, volta a volta, più o meno spazio. I due fluidi sono in continuo contrasto fra di loro; e mentre l'uno caccia l'altro verso l'estremità del cosmo, guadagnando così spazio, nello stesso tempo si esaurisce in questa azione, in modo che poi, a sua volta, viene respinto indietro e di nuovo confinato verso il centro.

Gli elementi in tal modo subiscono l'influenza ora dell'una ora dell'altra delle due forze opposte, e, nella alterna vicenda della permanenza nei due fluidi, i fenomeni vanno ora in un senso, ora nel senso perfettamente contrario. Così si mantiene eterno lo stato di apparente e continua nascita e morte delle cose, mentre la predominanza incontrastata di una sola delle forze avrebbe potuto portare solamente ad un assetto definitivo del cosmo, alla morte cioè del mondo dei fenomeni.

È interessante osservare come la preoccupazione della morte del cosmo, che si dedurrebbe rigorosamente ammettendo nella loro intierezza svariate teorie scientifiche, abbia sempre dominato la mente dei pensatori, e come questi abbiano cer-

¹ Si noti che in questa concezione Empedokle dipende in larga maniera da Herakleito che pone a fondamento di ogni cosa la lotta. Ed il pensatore di Epheso non si era limitato alla fisica, ma aveva trasportato questo concetto alla sociologia ed a tutte le azioni umane. Così egli dice: « La guerra (πόλεμος) è il padre, il re di ogni cosa; e questi essa fa dei, questi uomini, questi schiavi e questi liberi » (Fr. 53). « Bisogna sapere che la guerra è lo stato ordinario, e che diritto è la lotta, e che tutto si genera per la lotta e la necessità » (Fr. 80).

cato di allontanare la conseguenza dolorosa postulando, per certe epoche, un completo rivoltamento delle principali leggi di natura. In questo senso Empedokle è stato il primo a proporsi ed a risolvere a suo modo la questione. Ma il problema, eterno, si impone tuttavia e continua ad agitare le menti. Così nei suoi *Primi principi*, da un lato puramente metafisico, Spencer distingue due grandi stadî opposti nelle vicende del cosmo. In uno di questi impera la tendenza che porta l'eterogeneo verso l'omogeneo, nell'altro predomina invece il processo contrario. E passando dalle speculazioni metafisiche a quelle veramente scientifiche, osserviamo una tendenza simile nella comprensione complessiva delle leggi della termodinamica. Questa infatti col suo secondo principio ci afferma che tutte le trasformazioni di energia avvengono, nella loro somma, sempre in un determinato senso, in quello cioè che, dando luogo ad un'incessante perdita di energia libera, di energia capace cioè di ritrasformarsi e dare luogo a nuovi fenomeni, produce un continuo aumento di entropia. Ora questo ci porta alla morte fenomenale del cosmo, e ne dà anzi l'espressione sotto una rigorosa formola matematica. È noto infatti che l'enunciazione del secondo principio data da Clausius è la seguente: L'entropia dell'universo tende ad un massimo. In seguito a ciò scienziati e filosofi si sono affannati per dimostrare che la conseguenza aspettata, la morte del cosmo, non poteva aver luogo. Ed hanno cercato di rimandare la soluzione ad un tempo infinitamente lontano, a causa delle infinite dimensioni dell'universo, il momento dell'assoluto annientamento di ogni energia libera, oppure hanno cercato matematicamente di ricondurre l'aumento dell'entropia ad un fenomeno regolato dalle leggi di probabilità; la probabilità attuale è che questo debba avvenire, ma può darsi anche il contrario, anzi esso *deve* avvenire, e così il mondo è salvo. Senza volere qui addentrarci nell'esame di questo problema, noi vediamo però che, nella ricerca della soluzione, noi ci muoviamo ancora nell'antica concezione di Empedokle, cercando espressioni meno poetiche, è vero, nella forma, ma non diverse nella loro essenza.

Ma ritorniamo più strettamente alla teoria empedoklea degli elementi ed alle sue conseguenze storiche. La concezione dei quattro elementi, pari fra loro in quantità e grandezza, e non trasformabili a vicenda, portava subito, come abbiamo già detto, alla negazione dell'assoluta trasformabilità fra di

loro di tutte le sostanze. Questo fatto sembrava però contraddire molte osservazioni, specialmente di ordine meteorico; in tempi più recenti quindi, Aristotele, facendo apparentemente quasi sua la teoria di Empedokle, la distrusse nella sua essenza ammettendo che gli elementi potevano trasformarsi fra di loro secondo il ben noto ciclo fondato sulle quattro qualità due a due opposte (caldo e freddo, secco ed umido) possedute dagli elementi stessi. Ma non è qui il luogo di esaminare la teoria dello Stagirita.

La teoria di Empedokle, così come ebbe un'origine strettamente collegata con le dottrine mediche, così alla sua volta fu prontamente adottata da queste. Essa influi anzi potentemente sulla stessa teoria umorale in quanto che è forse sotto la sua influenza che, per analogia, furono fissati a quattro gli umori fondamentali, che sono quelli che troviamo citati nel *περί φύσιος ἀνθρώπου*. E la dottrina dei quattro elementi si diffuse molto anche in altri circoli. I pythagorici se ne impossessarono e, dobbiamo supporlo, specialmente perchè potevano collegarla con successo alle loro preferite teorie geometriche. Io credo che quando la dottrina di Empedokle cominciò ad esercitare la sua influenza, dalla generalità dei pythagorici non fossero conosciuti che quattro soli corpi regolari, il tetraedro, il cubo, l'ottaedro e l'icosaedro. Oid ammesso, è chiaro che il porre in relazione questi quattro corpi con i quattro elementi, era cosa del tutto consona allo spirito della scuola, e nulla di più naturale quindi, per essi, vi era di quello di immaginare ancora i varî elementi *composti* ciascuno di particelle che avevano la forma del corpo solido corrispettivo. È anche naturale che al tetraedro più aguzzo venisse fatto corrispondere il fuoco, al cubo più inerte la terra, mentre l'ottaedro e l'icosaedro venivano rispettivamente identificati con l'aria e con l'acqua.¹ Ma ben presto una nuova scoperta matematica (che forse è troppo presto attribuire ad Hippiaso come fanno i nostri documenti, o che almeno fu generalmente nota più tardi) venne ad alterare l'analogia, e ad influire essa stessa

¹ È l'opinione che, per influenza pythagorica, troviamo sviluppata in Platone. Questi, anzi, basandosi su ragionamenti geometrici (il fatto che il tetraedro, l'ottaedro e l'icosaedro hanno le facce formate da triangoli, mentre il cubo le ha formate da quadrati, e che questi infine per nessuna maniera di scomposizione possono essere ridotti a triangoli equilateri) ammette la trasformabilità reciproca di acqua, aria e fuoco, mentre la terra fa parte di se stessa.

sulla dottrina degli elementi. La scoperta è quella del quinto corpo regolare, il pentagono-dodecaedro. Nei primi tempi, certo, i pythagorici non conoscevano la dimostrazione che troviamo in Eukleide (VIII, 18), per la quale si riconosce che oltre questi cinque corpi regolari non ve ne possono essere altri. Il fatto però di avere effettivamente trovato un quinto corpo, portava con sè necessariamente o di abbandonare la identificazione delle forme geometriche con gli elementi delle sostanze, oppure di aumentare di uno il numero di questi. Quest'ultima via fu quella seguita; e ciò ci mostra che all'epoca della scoperta del pentagono-dodecaedro l'identificazione dei quattro elementi, fuoco, aria, acqua e terra con quella dei primi quattro corpi regolari era già un fatto assolutamente radicato nella scuola. Ma i quattro elementi servivano già a spiegare i fenomeni naturali e non era agevole distruggere le regole ormai riconosciute; il quinto elemento rimase quindi come un intruso del quale, non sapendo cosa farsene, ma dovendone riconoscere forzatamente l'esistenza, molti variarono la posizione e la destinazione. Il primo accenno al quinto elemento lo troviamo in Philolao (posteriore ad Empedokle) e l'ufficio che esso riveste è assai oscuro: « Ed invero vi sono nella sfera (del mondo) i cinque elementi; nella sfera (terrestre) il fuoco, l'acqua, la terra e l'aria; ciò che regge la sfera è il quinto » (fr. 12). L'ufficio del quinto elemento lo troveremo ben precisato più tardi, cioè in Aristotele. Quest'ultimo, e per ragioni metafisiche (per contrapporre questo mondo sublunare all'altro ben diverso e più perfetto) e perchè evidentemente, pure volendo ammettere il quinto elemento, non sapeva altrimenti cosa farsene, ne forma, sotto il nome di *etere*, la sostanza componente tutto l'insieme delle regioni celesti.



La teoria di Empedokle, pure subendo modificazioni e trasformazioni, fu quella che maggiormente si resse nell'antichità, e, specialmente, sotto la forma, assai alterata, che le dette Aristotele. Essa dominò anche nel medio evo fra gli Arabi ed in Occidente. Essa presiedette al sorgere di altre teorie affini e che si basavano ancora di più sui dati dell'esperimento e della pratica, ormai numerosissimi in seguito ai proficui lavori degli alchimisti. Possiamo dire infine che, va-

riata nel numero dei componenti e disposta alla teoria atomica moderna, essa abbia servito di base alla teoria chimica fondamentale del secolo XIX.

Rimane ora, per completare l'esame dello sviluppo delle teorie delle sostanze nei presocratici greci, di esaminare le altre due teorie che, come abbiamo detto, possono considerarsi come generate parallelamente a quella di Empedokle e sotto l'influenza degli stessi fattori storici. Questa trattazione però mi riservo di farla in un prossimo articolo.

Roma, Università.

ALDO MIELI

OU NOUS ENTRAÎNE NOTRE SOLEIL ?

Avant la découverte de la gravitation universelle la question du mouvement propre des étoiles et du Soleil n'était probablement jamais venue à l'idée d'un astronome.

Théoriquement le fait ne pouvait même pas se supposer, et pratiquement, l'eût-on admis *a priori*, il semblait dépasser tous les moyens d'investigation.

En réalité on avait, semblait-il aux observateurs, de bonnes raisons de croire à la fixité des points stellaires. Ptolémée n'avait-il pas indiqué plusieurs groupes de trois étoiles nettement alignées dans une même direction. Or, depuis les temps les plus reculés ces positions étaient restées identiques, donc le ciel ne changeait pas.

Cette conclusion, Riccioli l'admettait presque à l'égal d'un axiome, car lui aussi avait trouvé bon nombre de combinaisons d'étoiles réparties suivant des droites. Il en cite vingt cinq qu'il avait observées pour sa part ; en y regardant de plus près, il eût pu en déceler bien davantage.

Cette ignorance du mouvement relatif des corps célestes avait une excuse : toutes les observations étaient faites à l'œil nu, il était donc bien difficile d'arriver à une approximation même grossière, et un changement de un degré dans les positions anciennes fût certainement resté inaperçu dans tous les cas où la distance des astres observés aurait dépassé l'intervalle de 30 degrés.

La vieille croyance de la fixité absolue des étoiles semblait donc parfaitement fondée et même prouvée par l'observation. Aussi voyons-nous Copernic et Képler eux-mêmes supposer les étoiles absolument fixes.

Mais Newton vint et posa son fameux principe: les choses se passent comme si les corps s'attiraient en raison directe de leur masse et en raison inverse du carré des distances. Dès lors, théoriquement, aucune molécule de matière ne pouvait rester en repos dans l'univers. Les étoiles, le Soleil, tous les astres devaient se mouvoir plus ou moins rapidement à travers l'espace. Mais ce qu'il était facile d'imaginer en théorie, il fallait le prouver par l'observation.

Halley le premier soupçonna, en 1687, les mouvements propres d'Aldébaran, de Sirius et d'Arcturus. En comparant les observations des premiers astronomes d'Alexandrie avec celles des temps plus récents, il fut amené à conjecturer que ces trois étoiles s'étaient avancées lentement vers le Sud.

Évidemment la conclusion de Halley ne pouvait être bien précise étant donnée l'imperfection des nombres lui servant de base. Cependant l'idée était lancée, il ne restait plus qu'à accumuler les matériaux pour la confirmer. C'est ce que fit Jacques Cassini en 1738. Dans un Mémoire à l'Académie des Sciences il montra que la comparaison des observations de la latitude d'Arcturus faites par lui à l'Observatoire de Paris en 1738, avec les positions trouvées par Richer dans son voyage à Cayenne en 1672, prouvait d'une façon certaine qu'en 66 ans Arcturus s'était rapproché de l'écliptique de 2' environ. Les observations de Flamsteed à Greenwich en 1690 ne firent que confirmer ces conclusions.

Toutefois un doute restait qu'il fallait lever à tout prix: L'intervalle entre Arcturus et l'écliptique avait diminué, cela n'était pas contestable: restait à savoir lequel des deux s'était déplacé.

C'est alors que pour trancher la question Cassini eut l'idée d'en appeler à Tycho-Brahé. Sans doute les observations de cet astronome dataient de 1584 environ, elles avaient été faites à l'œil nu, mais elles étaient infiniment supérieures aux grossières approximations de Ptolémée et de ses contemporains, pour cette raison que Tycho-Brahé s'était servi d'instruments de mesure d'une précision aussi grande que possible à son époque.

Cassini observait en 1738, c'est-à-dire 154 ans après Tycho-Brahé; or, il fut manifeste que pendant ce long intervalle la latitude d'Arcturus avait diminué de 5' 3" tandis que l'étoile η Bouvier située dans le voisinage n'avait éprouvé aucun dépla-

vement sensible dans le même espace de temps. Ainsi, dès lors que l'étoile de comparaison n'avait pas varié, il fallait conclure au déplacement réel d'Arcturus et non à celui de l'écliptique.

Cassini arrive à la même conclusion pour l'étoile Sirius dont le déplacement avait été signalé par Halley. Il va même plus loin puisqu'il reconnaît dans plusieurs étoiles des variations de longitude. Il signale en particulier le cas curieux des trois plus belles étoiles de la constellation de l'Aigle γ , α , β rangées presque en ligne droite par ascensions droites croissantes, la plus brillante étant au milieu des deux autres. Or α s'éloigne de β pour se rapprocher de γ si bien que dans un avenir éloigné, la disposition sera changée, on aura $\alpha \gamma \beta$; la plus belle étoile sera devenue extérieure au deux autres.

Ainsi, après les recherches de Cassini on ne peut plus douter que les étoiles soient animées de mouvements propres ou particuliers très différents les uns des autres. L'ancien dogme de la fixité des étoiles a sombré; il ne reste plus qu'à accumuler les observations de position pour augmenter le nombre des mouvements propres connus. Dès lors le facteur temps devient une donnée fondamentale du problème au même titre que le facteur précision dans les observations.

Les mouvements propres des étoiles ont conduit les astronomes par une conséquence toute naturelle à la découverte du mouvement réel de notre Soleil dans l'espace.

En les étudiant, il semble en effet naturel de se demander s'ils ne sont pas précisément une conséquence de notre propre déplacement.

Or nous savons depuis longtemps que le mouvement de la Terre autour du Soleil a une répercussion sur toutes les étoiles: c'est l'aberration, phénomène en vertu duquel tous les astres paraissent décrire annuellement de petites ellipses dont le grand axe est constant. Cependant à cet effet s'en ajoute un second dit de parallaxe annuelle séculaire, qui se poursuit toujours dans le même sens et qui dépend précisément du véritable entraînement que subit le système solaire à travers l'espace.

Le problème se complique donc étrangement et il est facile d'en concevoir toute la difficulté.

Si le Soleil était seul en mouvement, les étoiles demeurant en repos, les résultats observés dans les déplacements ap-

parents de ces dernières sur la voûte céleste seraient simples et faciles à interpréter. Chaque étoile semblerait voyager en arrière le long d'un grand cercle de la sphère passant par deux points opposés, l'un indiquant la direction vers laquelle tend le Soleil, l'autre celle d'où nous venons. Ainsi toutes les étoiles sembleraient se diriger par un effet de perspective vers un même point du ciel; et c'est l'endroit diamétralement opposé, celui qu'on appelle apex ou point de mire solaire, qui nous indiquerait le point vers lequel nous nous dirigeons.

Pour chaque étoile en particulier, la valeur du déplacement varierait alors en raison inverse de sa distance, et en raison directe du sinus de la distance angulaire de l'apex. Par conséquent, en déterminant la parallaxe annuelle, même d'une seule étoile dérivant ainsi sensiblement, non seulement nous pourrions connaître la vitesse en kilomètres par seconde du mouvement du Soleil, mais nous en arriverions à déduire par un simple calcul, d'après la quantité relative de son mouvement apparent, la parallaxe de toute autre étoile dérivant d'une façon relative.

Malheureusement les étoiles ne sont pas au repos; elles ont des mouvements propres souvent plus rapides que celui du Soleil; les effets de perspective sont donc ainsi en grande partie masqués, et cependant ils subsistent. Il est mathématiquement certain que chaque étoile, quelle que soit sa vitesse propre, réfléchit le mouvement du Soleil suivant la position qu'elle occupe par rapport à lui. Dès lors, ce que l'on appelle « le mouvement propre » d'une étoile se compose de deux parties: l'une apparente et due au mouvement du Soleil, l'autre appartenant réellement à l'étoile. C'est cette partie du mouvement due à la marche de notre Soleil dans l'espace qu'il s'agit de retrouver dans toutes les étoiles ayant un mouvement apparent sensible. Le problème, on le voit, est extrêmement complexe et il a fallu le génie de William Herschel pour en esquisser la solution.

Longtemps auparavant cependant, Fontenelle avait conçu l'idée de la possibilité de ce mouvement de translation du Soleil: « Toutes les étoiles fixes, dit-il, sont autant de soleils, centres, comme notre Soleil, chacun dans son tourbillon, mais centres seulement à peu près, et qui peuvent se mouvoir autour d'un autre point central général. Le Soleil pourrait lui-même se mouvoir de cette façon ».

Mais en 1748, Bradley fut beaucoup plus précis : « Si l'on conçoit que notre système solaire change de place dans l'espace absolu, il pourrait à la longue en résulter une variation apparente dans la distance angulaire des étoiles fixes; alors, la position des étoiles voisines étant plus affectée que celle des étoiles très éloignées, leurs situations relatives pourront sembler altérées, bien que toutes les étoiles soient restées réellement immobiles. D'autre part si notre système est en repos et quelques étoiles animées d'un mouvement, leurs positions apparentes varieront réellement d'autant plus que les mouvements seront plus rapides, plus convenablement dirigés pour être bien vus et que la distance des étoiles à la Terre se trouvera moindre. Mais les positions relatives des étoiles sont ainsi soumises à tant de causes de changement que, si l'on considère la distance énorme à laquelle certains astres sont placés, on admettra sans difficulté que la découverte des lois de ces changements apparents nécessitera les observations de beaucoup de siècles ».

Le mouvement du système solaire dans l'espace faisait partie du système cosmique que Thomas Wright proposa dans sa théorie de l'Univers publiée en 1750. D'après lui, le Soleil avec son cortège de planètes et toutes les étoiles du firmament, sont en continuel mouvement.

En 1760, Mayer pour la première fois essayait de déduire un résultat certain de l'examen des mouvements propres des étoiles; ses recherches sur ce sujet sont contenues dans un mémoire communiqué à l'Académie des Sciences de Gottingen et inséré plus tard dans le premier volume de ses « Opera inedita » paru en 1771. Après avoir dressé un catalogue des mouvements propres de 80 étoiles, il montre qu'on peut également expliquer ces mouvements, soit en imaginant les étoiles animées de mouvements réels, soit en les supposant fixes et en admettant que le Soleil mobile entraîne avec lui la Terre et les autres planètes. Dans cette dernière hypothèse, les constellations vers lesquelles se dirige le Soleil doivent augmenter graduellement de dimension, tandis que les constellations opposées diminuent. « C'est ainsi, ajoute-il, que dans une forêt les arbres à la rencontre desquels marche le promeneur lui semblent progressivement s'écarter les uns des autres, alors que les arbres situés à l'opposé paraissent au contraire se rapprocher ». Toutefois dans sa conclusion il maintient que rien

dans les mouvements propres observés ne fournit la preuve d'un déplacement quelconque du Soleil.

L'année suivante (1761), Lambert dans ses *Lettres cosmologiques*, envisage la possibilité du fait que toutes les étoiles y compris le Soleil, aient un mouvement dans l'espace; mais pour lui le mouvement de rotation du Soleil sur son axe n'implique pas nécessairement un mouvement de translation. Et Mérian qui adopte les mêmes idées écrit en 1770: « Comme le déplacement apparent des étoiles dépend du mouvement du Soleil aussi bien que de leur mouvement propre, il y aura peut-être un moyen de conclure de là vers quelle région du ciel notre Soleil prend sa course ».

Lalande soutient avec raison que le mouvement de rotation ne va pas sans le mouvement de translation: « Le mouvement de rotation du Soleil, dit-il, a dû être produit par une impulsion qui n'était pas dirigée vers le centre de gravité de l'astre; mais une force ainsi dirigée n'engendre pas seulement un mouvement giratoire, un mouvement de translation est la conséquence tout aussi nécessaire de son action, en supposant que le Soleil, déjà condensé dans sa forme actuelle, reçût un choc qui lui imprimât le mouvement de rotation ».

En 1783, William Herschel étudie la question et arrive à une conclusion diamétralement opposée à celle de Mayer. Ses recherches portent d'ailleurs sur les mouvements propres de sept étoiles brillantes, déterminés par Maskelyne: Sirius, Castor, Procyon, Pollux, Régulus, Arcturus et Altaïr. Ces données semblaient indiquer que le système solaire s'avance vers la constellation d'Hercule en un point situé à 257° en ascension droite et $+25^{\circ}$ en déclinaison, soit un peu au Nord de l'étoile λ Hercule.

L'illustre astronome revint bientôt sur ses premières recherches. En 1805 il présentait à la Royal Society un second mémoire sur le mouvement du système solaire. Son étude était basée cette fois sur le catalogue des mouvements propres de 36 étoiles publiés par Maskelyne en 1790. Il fixa l'apex solaire en un point situé à $245^{\circ} 52' 20''$ en ascension droite et $49^{\circ} 38'$ en déclinaison boréale. Ce résultat diffère considérablement de celui auquel il était arrivé dans ses premières recherches: ces divergences sont bien de nature à nous montrer la difficulté du problème.

Cependant la plupart des meilleurs astronomes de l'épo-

que refusèrent d'adhérer aux conclusions d'Herschel. Biot dans la seconde édition de son *Astronomie physique* publiée en 1811, après avoir étudié les mouvements propres de plusieurs étoiles, obtenus par la comparaison des observations de Bradley et Mayer avec celles de Maskelyne et Piazzi, fut amené à conclure qu'il n'existe pas de raisons suffisantes pour admettre que le système solaire se meut dans une direction déterminée.

Bessel dans ses *Fundamenta Astronomiæ* publiés en 1818 arrivait à la même conclusion: il n'y aurait, d'après lui, aucune évidence prépondérante en faveur de la direction supposée du Soleil vers un point de la constellation d'Hercule. « On peut trouver, dit-il, plusieurs points de la sphère céleste, assez éloignés les uns des autres, même diamétralement opposés, vers lesquels vont converger les directions des mouvements propres d'un assez grand nombre d'étoiles; mais il reste toujours trop de mouvements propres en dehors pour qu'il soit possible de préférer avec certitude un point de concours aux autres ».

Burckhardt, Sir John Herschel et beaucoup d'autres, sans vouloir s'astreindre à démontrer la légitimité des conclusions de Bessel, partageaient la même incrédulité.

Mais l'apparition en 1837 d'une thèse présentée à l'Académie de St. Pétersbourg par Argelander changea l'aspect de la question. William Herschel avait basé ses calculs sur un très petit nombre d'étoiles; Argelander avait à sa disposition 390 étoiles douées de mouvements propres déterminés avec la plus scrupuleuse exactitude par la comparaison des observations de Bradley avec celles qu'il avait lui-même exécutées à Abo en Finlande. Il trouva ainsi pour la position du point du ciel vers lequel le Soleil se dirige (rapportée à l'équinoxe moyen de 1792)

Ascension droite
259° 47',6

Déclinaison
+ 32° 29',5

Ce résultat déduit d'une méthode fondée sur l'un des principes les plus délicats des sciences mathématiques, présente un tel accord avec la grossière détermination d'Herschel en 1783, qu'il fit en grande partie disparaître les doutes que certains nourrissaient encore au sujet des conclusions du grand astronome hanovrien.

Bessel, en 1843, à propos d'une biographie d'Herschel, abordait de nouveau la question. Sans se rendre entièrement, il reconnut pourtant que le travail d'Argelander présentait de plus nombreuses garanties que toutes les déterminations antérieures.

Peu après Otto Struve, en basant ses recherches sur les mouvements propres de 400 étoiles environ, fut conduit à choisir comme direction de l'apex pour l'époque 1792 :

Ascension droite	Déclinaison
259° 9',4	+ 34° 36',5

« Le mouvement du système solaire dans l'espace, écrivait-il dans ses *Études d'astronomie stellaire*, est dirigé vers un point de la voûte céleste situé sur la ligne droite qui joint les deux étoiles de troisième grandeur π et μ Hercule, à un quart de la distance apparente de ces étoiles à partir de π Hercule. La vitesse de ce mouvement est telle que le Soleil, avec tous les corps qui en dépendent, avance annuellement dans la direction indiquée de 1,623 fois le rayon de l'orbite terrestre (ce qui donnerait d'après la valeur actuelle de la parallaxe solaire 242.600.000 kilomètres) avec une erreur de un septième en plus ou en moins ». D'après cet astronome l'espace, parcouru par le Soleil en une année sous-tend un arc égal à 0",3392, vu à la distance moyenne des étoiles de première grandeur. Or il fixe la parallaxe moyenne des étoiles de cette classe à 0",209, ce qui lui permet de conclure que l'espace parcouru annuellement par le Soleil dépasse le rayon de l'orbite terrestre dans la proportion de 0",3392 à 0",209. C'est ainsi qu'il trouve que l'espace absolu traversé par le système solaire dans le cours d'une année est de 1,623 rayons de l'orbite terrestre, ce qui équivaut à 242.600.000 kilomètres.

Sans nous arrêter à parler de toutes les autres déterminations dont chacune se servait d'un groupe spécial d'étoiles et dont quelques unes se servirent aussi des mouvements stellaires observés dans l'hémisphère austral, qu'il nous suffise de rappeler ici que certaines discordances quelquefois notables entre les résultats de ces diverses déterminations firent douter que le mouvement solaire seul fût suffisant pour rendre compte des mouvements propres des étoiles employées et qu'il convenait dès lors de rechercher s'il n'existait pas des mouvements systématiques des étoiles de nature à expliquer

les discordances susdites comme dues à la diversité même des groupes d'étoiles choisis.

De cette façon l'étude du mouvement propre du Soleil devenait d'une grande utilité pour la découverte des lois qui ont présidé à la construction de l'univers sidéral. On en vit une preuve, p. ex., en 1905 quand MM. Dyson et Thackeray à Greenwich basèrent leurs recherches sur les mouvements propres des étoiles circumpolaires de Groombridge. Traitant séparément les étoiles du premier type spectral et du second type, ils obtinrent dans chaque cas des directions nettement différentes pour la route du Soleil.

Ainsi il existe dans le ciel des groupes particuliers d'étoiles de composition diverse, et qui suivent des directions propres; nous allons voir que des études tout à fait indépendantes des mouvements propres stellaires démontrent ce fait d'une façon en apparence irréfutable.

Au début du siècle, en effet, le professeur Kapteyn de Groningue après une discussion approfondie des mouvements des étoiles de Bradley arrivait à cette conclusion que l'Univers stellaire est formé de deux courants d'étoiles qui se pénètrent mutuellement et que toutes les étoiles examinées appartiennent à l'un ou l'autre de ces deux systèmes.

A la même époque et tout à fait indépendamment M. H. C. Plummer de l'Observatoire de l'Université d'Oxford faisait remarquer que les faits connus indiquent l'existence de plus d'un univers.

Cependant, à l'Observatoire de Greenwich, MM. Dyson et Thackeray faisaient une nouvelle réduction des mouvements propres des étoiles du catalogue de Groombridge. Le nombre des étoiles comprises dans ce catalogue est d'environ 4200, toutes sont situées dans une zone distante de moins de 38° du pôle nord. Devant cette masse de matériaux très précis, M. Eddington résolut de reprendre les recherches de Kapteyn. Il arriva ainsi à la conclusion que les deux courants de Kapteyn se retrouvent dans tous les cas et que toutes les étoiles jusqu'au moins la grandeur 9,5, au nombre de plus d'un demi-million, sont comprises dans la théorie. Les étoiles de l'un des courants semblent venir d'un point situé à 270° en ascension droite et $+18^\circ$ en déclinaison, tandis que l'apex du second courant devrait être placé à $112^\circ 30'$ en ascension droite et $+58^\circ$ en déclinaison. Notre Soleil semble appartenir à ce second courant.

M. Eddington a déterminé également le mouvement du Soleil par rapport aux deux courants combinés et a trouvé comme coordonnées de l'apex solaire :

Ascension droite	Déclinaison boréale
266°,15'	31°

Cette position naturellement se trouvait très voisine de l'apex du premier courant.

En 1908 le professeur Kobold de l'Observatoire de Kiel a repris le problème des courants stellaires et sa conclusion est venue confirmer d'une façon générale les résultats précédemment obtenus.

L'originalité de son travail a consisté surtout à mettre en lumière une erreur systématique introduite dans toutes les déterminations des savants qui avaient antérieurement recherché la position de l'apex solaire. Il est évident que cette erreur doit être assez grande si le Soleil se meut en même temps qu'un courant d'étoiles, sorte d'essaim voyageant de concert avec lui. Or, c'est précisément ce qui résulte de l'étude des mouvements propres de 2.262 étoiles. La nouvelle méthode a permis de fixer la position de l'apex solaire au point qui a pour coordonnées

Ascension droite	Déclinaison boréale
270°,2	0°,2'

Ce point est situé dans la Voie Lactée et très proche du radiant de l'un des courants du professeur Kapteyn.

Quant à la vitesse avec laquelle le système solaire se dirige dans l'espace, la méthode suivie jusqu'en ces dernières années ne pouvait donner que des renseignements peu précis et subordonnés à diverses hypothèses plus ou moins justifiées. Il fallait connaître, par exemple, les distances des étoiles étudiées; or ces distances ne pouvaient être fixées que très précieusement, et encore pour certaines classes d'étoiles seulement.

O. Struve avait trouvé par l'examen des mouvements propres de 392 étoiles, que la distance parcourue par le Soleil en une année est égale à la distance moyenne des étoiles de première grandeur divisée par 600.000. Or, la parallaxe moyenne des étoiles de la première grandeur serait d'après Elkin de 0,089 seconde d'arc, ce qui correspond à une distance de 2.317.500 fois environ la distance du Soleil à la Terre. Par conséquent

la distance parcourue par le Soleil en une année serait environ quatre fois la distance du Soleil à la Terre ou à peu près les deux tiers de la vitesse de la Terre sur son orbite autour du Soleil. Or comme cette dernière vitesse est d'environ 29 kilomètres par seconde, nous avons pour la vitesse du Soleil dans l'espace environ 19,3 kilomètres par seconde. Avec la méthode de Struve, d'autres astronomes ont trouvé une vitesse variant de 10 à 50 kilomètres par seconde. La différence de ces résultats est due surtout à notre connaissance imparfaite des distances des étoiles de différentes grandeurs.

Toutefois Kapteyn et Newcomb, après avoir très perfectionné les méthodes de leurs prédécesseur, s'accordaient à fixer à 16 kilomètres par seconde la vitesse approximative du voyage solaire.

Cependant, depuis une vingtaine d'années, on possède une méthode plus directe pour résoudre cet important problème. Cette méthode repose sur ce que l'on appelle en physique le principe de Doppler-Fizeau. Rappelons brièvement en quoi il consiste.

Christian Doppler, professeur de mathématiques à Prague, montra en 1842, que la couleur d'un corps lumineux, comme la hauteur du son émis par un corps, doit varier suivant que le corps s'approche ou s'éloigne. En voici la raison : la couleur et le son considérés subjectivement ne sont que des effets physiologiques, dépendant, non de la longueur d'onde absolue, mais du nombre d'ondes entrant dans l'œil ou l'oreille dans un intervalle de temps donné. Ce nombre, il est facile de le voir, doit augmenter si la source lumineuse ou sonore s'approche de nous; il doit au contraire diminuer si la distance de cette même source va en augmentant. Dans le premier cas, le corps vibrant presse les unes contre les autres les ondes qui émanent de lui, ces ondes se superposant d'une façon de plus en plus dense; dans le second cas, le corps s'éloignant, les ondes se raréfient et l'espace occupé par un nombre identique d'ondes se trouve ainsi augmenté.

En ce qui regarde le son, tout le monde peut se convaincre de la réalité de l'effet prédit par Doppler; il suffit d'écouter le sifflet d'une locomotive franchissant une station en pleine vitesse. Le son, de plus en plus aigu, à mesure que la machine se rapproche, baisse ensuite très rapidement dès qu'elle s'éloigne. Cependant Doppler ne réussit pas à appli-

quer son système au mouvement des astres. L'étoile en se rapprochant, devait changer de couleur, croyait-il; perdre la lumière rouge, par exemple, et devenir orangée ou jaune; en s'éloignant, au contraire, elle perdait le violet qui devenait bleu ou vert; d'où un changement général de couleur de l'étoile. Théoriquement, le fait n'est pas douteux; mais, en pratique, il est impossible d'appliquer le critérium au Soleil ou aux étoiles, parce qu'elles brillent d'une lumière continue. Leur spectre entier se déplace légèrement dans un sens ou dans l'autre sur l'échelle de réfrangibilité; certains rayons normalement visibles passent dans l'ultra-violet ou l'infra-rouge; d'autres au contraire, invisibles en temps ordinaire, sont vus à l'une des extrémités du spectre; mais, de toutes façons la somme totale des impressions sur la rétine reste la même.

Fizeau, en 1848, montra cependant comment on pouvait appliquer le principe de Doppler. Dans le spectre, fit-il remarquer, il n'y a pas que les couleurs à considérer; nous observons encore une série de raies qui, normalement, occupent une certaine position facile à déterminer d'une façon très exacte; dans certaines conditions de mouvement, ces raies doivent suivre la dérivation générale du spectre et se déplacer, soit vers le rouge, soit vers le violet. Il suffit donc de mesurer ce faible déplacement pour savoir de combien le corps observé se meut vers nous ou dans une direction opposée.

En fait, le principe appliqué aux étoiles s'est montré, ces dernières années surtout, d'une très grande utilité; il nous a même indiqué les vitesses radiales des astres, autrement dit, leurs mouvements sur la ligne de vision. Il permet ainsi, même pour les étoiles ayant un mouvement apparent perpendiculaire au nôtre, de déterminer la composante réelle de ce mouvement.

Dans l'étude de la marche du Soleil, il était dès lors possible d'arriver à des chiffres absolus relativement précis. Il suffisait, en effet, de comparer la vitesse radiale moyenne d'un grand nombre d'étoiles situées dans la direction suivie par le Soleil avec la vitesse radiale des étoiles que nous laissons derrière nous. Les mouvements de rapprochement doivent, dans l'ensemble, dominer dans le premier cas; les mouvements d'éloignement dans le second; la moitié de la différence moyenne représente alors la vitesse de transport de notre système relativement aux étoiles employées pour la comparaison. Peu importe d'ailleurs la distance des objets considérés; les effets

produits par le rapprochement ou l'éloignement sur la lumière émise par les astres en mouvement étant physiques et réels, la distance ne les modifie pas. Qu'ils s'effectuent aux confins de l'univers sidéral ou à la limite même de notre atmosphère, ils sont les mêmes pour des vitesses identiques et quand la source lumineuse est suffisante, on les découvre avec une égale facilité.

Malgré sa simplicité, cette méthode ne fut utilisée d'une façon efficace qu'au début de notre siècle. Si les premières expériences faites à Potsdam sur les vitesses radiales de 51 étoiles ne furent à proprement parler que des tentatives, l'application du principe s'affirma néanmoins comme possible et l'on fonda sur lui les plus belles espérances.

C'est ainsi que Vogel déduisit de cet essai un mouvement de translation du Soleil égal à 12 kilomètres avec une erreur probable de 3 kilomètres en plus ou en moins. La vitesse propre de l'astre aurait, dès lors, été comprise entre le tiers et la moitié de celle de la Terre sur son orbite ; il y avait là une certaine divergence avec les chiffres de O. Struve et de L. Struve, qui en employant les valeurs hypothétiques des distances des étoiles, avaient obtenu les deux tiers de cette vitesse.

On n'avait jusqu'à cette époque observé aucun déplacement appréciable des nébuleuses ; la méthode spectroscopique, tout en donnant la possibilité d'aborder cette question, pouvait en même temps fournir d'intéressantes données sur le problème de notre mouvement propre. C'est ainsi que Keeler à l'Observatoire Lick détermina en 1890-91 les vitesses radiales de 14 nébuleuses non résolubles en mesurant les faibles déplacements de deux raies brillantes dans leur spectre. Corrigé les observations en raison du mouvement de translation de la Terre, il a obtenu les vitesses radiales, pour les 14 nébuleuses rapportées au Soleil :

+ 18 kilomètres	+ 41 kilomètres
— 10 »	— 51 »
+ 6 »	— 65 »
— 34 »	— 10 »
+ 48 »	— 50 »
— 17 »	+ 10 »
— 5 »	— 11 »

Le signe $+$ indique que la nébuleuse s'éloigne, le signe $-$ qu'elle se rapproche : mais les chiffres ne sont qu'une résultante, il faudrait savoir de quelles quantités ils sont affectés par notre mouvement propre de translation.

C'est précisément le problème que Tisserand se proposa d'aborder : supposant connu le point de l'apex, il admet en principe que les 14 vitesses particulières aux nébuleuses doivent se compenser dans l'ensemble, comme s'appliquant à des mouvements dirigés dans les sens les plus divers : il arriva ainsi au chiffre de 15 kilomètres, peu différent en somme de celui qu'avait déduit Vogel des vitesses radiales d'un certain nombre d'étoiles.

En 1901 le professeur Campbell ayant réuni avec le spectrographe Mills des matériaux suffisants, déduisit un mouvement solaire de 20 kilomètres environ par seconde vers un point situé à $277^{\circ} 30'$ en ascension droite et $+ 20^{\circ}$ en déclinaison. Cette vitesse se trouvait en parfait accord avec celle que venait d'obtenir M. Monck de Dublin ; en comparant les mouvements du Soleil à ceux de 2000 étoiles du catalogue de Porter, ce dernier avait conclu en effet, que la vitesse solaire est comprise entre 16 et 24 kilomètres par seconde.

Cette vitesse de 20 kilomètres par seconde est regardée généralement comme exacte à un ou deux kilomètres près. Quant à la direction admise par Campbell, elle est plus sujette à caution parce que les 280 étoiles ayant servi de base aux calculs se trouvent, pour la plupart, dans l'hémisphère Nord, d'où un déplacement systématique vers l'Équateur.

En 1910, le professeur Stroobant fit une nouvelle détermination de vitesse du système solaire dans l'espace. Après avoir discuté les solutions antérieures du problème, il adopta la dernière valeur donnée par Newcomb pour l'apex :

Ascension droite
 $277^{\circ},5$

Déclinaison boréale
 35°

et se basant sur les plus récentes déterminations des vitesses radiales des étoiles, il calcula le déplacement du Soleil dans cette direction.

De la discussion de 49 étoiles situées près de l'apex supposé, M. Stroobant a trouvé 18,75 kilomètres comme vitesse de translation de notre système, tandis que 15 étoiles entourant l'anti-apex lui ont donné 21,55 km. par seconde. En com-

binant ces résultats, il a trouvé que, en ce qui concerne les étoiles visibles à l'œil nu, le système solaire voyage vers l'apex supposé avec une vitesse de 19 km. 40 par seconde. Cette valeur est un peu inférieure à celle (19 km., 89 + 1,52 km.) donnée par Campbell d'après l'apex qu'il avait lui-même calculé; elle représente un déplacement annuel de 4,10 unités astronomiques. Dans son travail très documenté et très consciencieux, M. Stroobant a classé de diverses façons les étoiles étudiées, donnant leurs positions, leurs grandeurs, leurs types spectraux etc. et il montre que les étoiles de types différents fournissent des valeurs diverses pour la vitesse du système solaire; ainsi 20 étoiles du type Orion donnent une valeur moyenne de 22,5 km. et semblent constituer un système individuel dans l'univers stellaire.

Vers la même époque les professeurs Frost et Kapteyn publiaient la discussion d'une nouvelle valeur de la vitesse du Soleil à travers l'espace: celle-ci avait été obtenue au moyen de la vitesse radiale des étoiles du type Orion. Les auteurs ne prirent que des étoiles peu éloignées de l'apex et de l'anti-apex, fixant l'apex à

Ascension droite
269°,7

Déclinaison boréale
30°,8

pour l'année 1875, 0. Ils montrèrent en outre que les étoiles Orion sont en général à une grande distance de la Terre. Ce pourrait être l'explication du fait que la vitesse obtenue est de 2 kilom. environ par seconde plus grande que celle trouvée par Hough et Halm qui se sont servi d'un grand nombre d'étoiles voisines; peut-être ces étoiles participent-elles jusqu'à un certain point au mouvement du Soleil dans l'espace.

Détail remarquable, la vitesse solaire relativement aux étoiles voisines de l'apex est d'une dizaine de kilomètres par seconde inférieure à la vitesse rapportée aux étoiles près de l'anti-apex, les solutions séparées donnant respectivement 18 km. 38 et 28 km. 38. D'après les auteurs cette différence serait due à ce que les étoiles près de chaque point appartiennent aux deux grands courants stellaires. La valeur moyenne donnée comme résultat définitif de ce travail est de 23 km. 3 par seconde.

Le professeur Boss arrive même à un chiffre plus élevé. Ses recherches qui ont porté sur les mouvements propres de

plus de 5000 étoiles, uniformément distribuées dans le ciel entier, lui ont permis de déterminer la position de l'apex solaire et de faire certaines corrections aux valeurs de Newcomb pour les précessions et pour l'équinoxe de 1874.

Il fixe la position de l'apex pour 1875, 0 à

Ascension droite	Déclinaison boréale
$270^{\circ},52 \pm 1^{\circ},08$ à $\pm 1^{\circ},53$	$+ 34^{\circ},28 \pm 0^{\circ},90$ à $\pm 1^{\circ},28$

Comme ses devanciers il trouve des positions différentes suivant les étoiles choisies, les grandeurs, les mouvements propres, etc., mais ces positions sont assez voisines les unes des autres.

Quant à la vitesse du Soleil dans l'espace le prof. Boss trouve que nous pouvons adopter le chiffre de 24 kilomètres par seconde.

Ce serait là une constante tout au plus provisoire, sans doute, mais assez approchée de la réalité.

D'après lui enfin la valeur (19 km. 9) déduite des observations spectroscopiques est sujette à des objections inhérentes à la méthode.

L'ensemble des résultats de son travail s'est montré tout à fait défavorable à l'existence des courants stellaires bien définis que croient avoir découverts Kapteyn et Eddington; les mouvements propres seraient en fait dirigés dans tous les sens.

Quelles que soient ces divergences sur des points secondaires dans le sujet qui nous occupe, nous pouvons conclure de la discussion de toutes les données que notre Soleil nous emporte dans la direction générale de la constellation de la Lyre, probablement dans le voisinage de Véga et un peu au Sud de cette étoile.

Notre Soleil est animé d'une vitesse comprise entre 20 à 24 kilomètres par seconde: le chemin parcouru en une année vaut donc environ 4 ou 5 fois la valeur du diamètre de l'orbite terrestre.

Si Véga n'était pas plus éloignée que α Centaure notre plus proche voisine, il nous faudrait, pour l'atteindre, voyager pendant 70.000 années en admettant le chiffre minimum, pendant 56.000 ans seulement si l'on choisit la vitesse maxima.

Mais ce n'est là qu'une comparaison, car en fait Véga est près de 6 fois plus loin que α Centaure (5,8 environ); il faut donc augmenter les chiffres précédents dans la même pro-

portion et nous pouvons dire que si Véga restait à la même place dans le ciel nous arriverions dans son voisinage après un long voyage dont la durée serait comprise entre 325.000 et 400.000 ans.

Mais que sont 4000 siècles dans l'histoire des cieux ! Si l'humanité existe encore à cette époque, lointaine pour nous, soyez certains qu'elle verra de nouveaux cieux et qu'elle pourra résoudre cette autre question que nous pouvons d'ores et déjà nous poser : Quel genre de trajectoire décrivons-nous ?

Quelque solution que donne l'avenir à ce nouveau problème, nous pouvons toutefois être assurés que dans 400.000 ans les constellations de la voûte céleste n'auront plus aucune ressemblance avec celles que nous avons accoutumé d'admirer.

Bourges, Observatoire.

TH. MOREUX

THE HIGHER UNITS

A GEOGRAPHICAL ESSAY.

I.

The nineteenth century will be remembered as a century of great discoveries. Before its dawn no doubt most of the important coasts of the World and some other salient features had been charted, but during it the general conditions of the land surface and of the engirdling ocean with their enveloping atmosphere were first systematically explored. The careful exploration which revealed a new world to us was not confined to mountains and plains, or to currents of air or of ocean. It was also microscopic and telescopic, bringing to our knowledge minute forms of life around us and within us, and new worlds, some of them invisible, in the firmament beyond us. These discoveries have revolutionised the material and intellectual life of millions, and placed the student at the beginning of the twentieth century in a very different position from his predecessor of the nineteenth.

The commonest type of investigator in the nineteenth century, especially in the second half of it, was the careful explorer of some restricted field of knowledge, who described the new things he discovered. It might be the movements of some dark star, or the course of a hitherto mysterious river across an unknown land, the life history and action of some minute bacillus or the properties of a newly isolated substance. Gradually as descriptions accumulated comparisons became possible, and classifications and interpretations were attempted. For instance, as the chemical elements were one by one iso-

lated and tested, the periodic law was formulated, applied, found to answer, and suggested new investigations. As the rocks and their fossils were examined the ideas of an organic evolution were confirmed and applied by geologists and palaeontologists with brilliant results. Thus the analytical method, which had dissected organisms into organs, tissues, and cells, and had tackled the problems of protoplasm and even of the elements themselves, came to be guided by historical conceptions. The evolution of the individual was traced as well as the development of the species.

These ideas have also been applied to the study of man and men. Fortunately for us what our forefathers worked out slowly and painfully we may master in shorter time, if we do the fundamental brain work. We are then free to add our own laboriously acquired results for our successors to assimilate quickly. There is little question of rejection of the old in passing on to the new, certainly none of contemptuous criticism. We find in the results spun by our forbears, the raw material for our own fabrications which in turn will be used by those who follow us to shape their garments.

When we come to the study of the Earth itself, we find two methods, *a*) of more and more minute analysis, and *b*) of tracing out historical relations, have been steadily employed to elucidate many of its problems. The use of the former is exemplified in the rise of petrology, mineralogy, and crystallography, and of the latter by the process of stratigraphical geology, palaeontology and palaeogeography. The growth of an evolutionary geomorphology in geography may be compared with the expansion of embryology in biology. There is to be found a definite cycle in land forms as in life forms, and even a certain inheritance from past cycles.

II.

The scientific man of the latter part of the nineteenth century was a specialist and an evolutionist. He had carried as far as he could the analysis of some special group of substances or forces, or organisms, or ideas, and he had tried to describe them as the latest phases in an orderly series of transformations. His classifications naturally became more and more genetic, and many investigators elaborated genetic groupings

of plants and animals, of races and even of land forms and of star forms. The problem of heredity was analysed as it never had been before, and we may trace its influence even in geomorphology, where the features of a previous cycle are called upon to explain some of the peculiarities of the existent forms.

It would be difficult to overestimate the importance of the growth of this historical sense, of this idea of evolution, almost simultaneously with the revelations of explorers of hitherto unknown lands and of unsuspected worlds, both infinitely large and infinitely small. It made change appear more evolutionary than revolutionary. It checked on the one hand the excessive optimism of those who imagined that the leopard could change his spots, and on the other it counteracted the undue pessimism of those who saw catastrophe in all change. If it gave us the phrase « the struggle for existence », it added the other, « the survival of the fittest ».

It was natural that the first impression of an intimate knowledge of the prolific life of the steaming equatorial forests should have filled the early naturalists with this idea of struggle, and that the experience of living in a time of extraordinary expansion of population and of human activities should have similarly obsessed all thinkers in industrial countries and even the people themselves. Without the latter I doubt if the ideas of the naturalist would have found so ready acceptance. They certainly could not have appealed to the people as they have done, had popular experience been different. It is worthwhile to note that the spreading of these ideas in Japan to-day is coincident with the industrial revolution, as it will be in India and China to-morrow. It is also pertinent to point out that it was a Russian thinker who wrote a work on *Mutual Aid* as more significant than the struggle for existence.

Where industrial life and ideals have been most vigorous, the significance of combinations is again being realised, partly through the increase of towns, partly through the growth of new competitors in the newer industrial regions, and partly through the growing interdependence of different parts of the world. There never were so many or so large associations for various purposes public and private as at the present day. Many of them are not primarily due to historical or racial interests or ideals, but to economic-environmental ones. Com-

binations of capital are more and more international, and those of labour are tending to become so, while international congresses for scientific objects are becoming numerous. The financiers, who are of no country but exploit all, are the most powerful people of the present day. Labour can of course show no such combination, though syndicalism has arisen in part as a counter combination. There are, however, optimistic as well as pessimistic outlooks, which take account of the way in which new ideals of synthesis, sympathy and mutual aid are playing the chief parts, as analysis, struggle and individual advancement did in the ideals of the latter decades of the past century.

III.

We see then the nineteenth century conception of the world as an orderly grouping of various inorganic and organic categories of objects, each of which was a special subject of study, each which had its own history.

In the biological world the grouping was by species and genera, each with its own history, the existing individuals being « blood relations » more or less closely related. In the world of man the groups were supposed to be racial, and historians and statesmen were dominated by these ideas, and in some cases professed to fight for them.

There was some justification for this, for there is often considerable racial unity among large bodies of men. Unfortunately for politicians these racial groups do not coincide with past or present political divisions in Europe. We know that the Alsatian is racially allied to the Auvergnat as well as to the Bavarian, and is as far removed from the fair haired Prussians or Normans as he is from the dark haired Provençals. For everyday problems then racial divisions, valuable though these are for historical analysis, are of less significance than economic and cultural groupings. The modern nation is primarily an economic and cultural group and only secondarily a racial one.

The plant groupings that are of primary importance are not specific but associative. The conception that plant associations and formations are the most significant groupings of plants has given a new life to botany. The extension of this

idea of associative units from merely botanical to biological associations and formations, is gradually being made and promises much. It is the beginning of the definite recognition of complex specially related groups, and of the attempt to describe their composition and activities. It cannot stop here, for the other contents of the space in which they exist are not negligible. It is here that the modern geographer steps in.

IV.

The modern geographer has been gradually evolved. Starting with a delight in travellers' tales he has passed on to study the conditions and customs of all countries. He has undertaken the comparison of the geographical distribution of various things as the specialists who studied them elaborated their observations into a form in which they could be mapped. With a greater knowledge of these diverse conditions and using freely his wonderful cartographic notation, the most comprehensive and graphic yet devised by man, he found certain relations between the distributions of different phenomena were invariable. At that stage the geographer defined his duties as not merely descriptive but scientific the study of distributions of various forms and forces on the Earth's surface and of their interrelation.

Sailors, soldiers and explorers gave him more or less precise maps of coasts and rivers, towns and routes, less definite information about physical features, and clear ones of political divisions. The maps of physical features have been steadily improved, and geological, hydrographical, climatological and biological conditions have been depicted on them. The density of population, the distribution of occupations, of races, languages, religious and many other human conditions have been carefully mapped. Much raw material exists, although often in a rather crude and incomplete form, for the study of distribution of forms or conditions.

This study of geographical distribution of different phenomena was necessary before the geographer could begin the study of the higher problems of the subject. Not that they were unknown. The question of environment had never been wholly left out of account by thinkers, though it was perhaps studied more fully in the eighteenth than in the later nineteenth

century. It was usually the botanist or zoologist or humanist who undertook its examination from the point of view of some particular problem of his own. Many shrewd suggestion they gave us. But the lack of systematic descriptions and classifications of environments made them incomplete and inconclusive where they were not misleading. The need for a thorough study of environment was soon felt and the duties of the geographer were then defined more systematically as the study of the physical conditions of the Earth's surface and the response of organic forms to them.

The next step is an obvious one, though some find it difficult to take. Why separate organisms from their environment? Plant associations could not exist without a physical environment. The physical elements and the organic elements are but parts of a whole. The higher unit is not physical, nor biological, but geographical.

V.

Genera and species are not visible concrete units but are groups of individuals who are historically related. Even a plant association though more nearly approaching to such a visible unit is not complete in itself. A forest, for instance is more than an association of trees and other plants. It has its foundation of rock, its floor of soil, its ambient air, the moisture which penetrates it and the sun's rays which play rhythmically on it. The concrete actual geographical entity comprises all of these. Without all it is not complete. It is a continuous space on the outer limits of the solid layers of the Earth, with all which it contains, solid and fluid, inorganic and organic.

There are no satisfactory terms for such entities. We shall speak of them provisionally as localities, districts, regions, groups of regions or countries, in growing order of complexity and magnitude. Each has its own form and its own activities. The varieties of form and of activity vary greatly between the vast uniformity of the plains and the infinite variety of the mountains, with many intermediate forms. As long as day and night succeed each other there must ever be some rhythmic change in all; but this too differs from the comparative invariability of the polar ice fields, and the regular diurnal, but otherwise

unchanging, phases of the equatorial forests to the infinitive daily and seasonal surprises of our own temperate regions, where it is no poetic license to talk of nature's moods.

It has been suggested that the term macro-organism should be given to this complex entity, the rocks being its skeleton, relatively stable, the soil itself the flesh, the vegetation its epidermal covering with its animal parasites, and the water the circulating life-blood automatically stirred daily and seasonally by the great solar heart. If it had its heart of fire within it, comparison would be better, if its boundaries above and below, to right and to left, were more clearly fixed it would be simpler. The difficulty, however, is somewhat similar to that which we have in fixing the precise limits of most organs in an individual organism — a leg, or an arm, or a cheek. If we regard the Earth as an individual, and these geographical regions, districts, localities, as representing organs, tissues and cells, we perhaps get nearest to a useful comparison. Fortunately though it may guide us, such comparison is not essential and need not be pressed. These entities exist. Their recognition is all important. Their names are secondary matters.

VI.

In classifying these higher units we may arbitrarily select this or that element as characteristic, as Linnaeus selected the stamens when classifying flowering plants; or we may adopt a « natural system » and take into account all of their forms and qualities. We may divide the World into structural regions, orographical regions, hydrographical regions, climatic regions, biological regions, and anthropological regions. Such divisions are invaluable for the student of these subjects. They are also invaluable and necessary for the geographer. He must examine them carefully before attempting to determine the natural geographical regions. As the structural, climatic, biological and other divisions are in many cases almost congruent, it is possible to make a very satisfactory natural classification for geographical purposes by laying stress on two or three of them.

In practice it is best to choose 1. relief, as indicative of structure and of the processes which have modelled the surface forms of the skeleton; and 2. vegetation as the expression

of quality, quality of climate and quality of soil, for through vegetation animal life in general and human life in particular are most closely bound to the non-vital elements.

In modern works on geomorphology much stress is rightly laid on the history of land forms, and attempts are made to classify them genetically. This is a great gain and has led to a precision and delicacy of observation hitherto unknown. The power of seeing and interpreting land forms is necessary in a geographer who has to recognise and interpret the more complex unit of which the land is but the skeleton. For our present purpose it is sufficient to group the various types of regional skeleton into varieties of plain, tableland, scarpland, folded mountain, and denuded highlands, which have being modelled by different denuding agents. In classifying land forms climate as well as structure has to be taken into account.

We have also to examine the surface covering of these land forms. The chief types of vegetation can be grouped into five classes: forest, park, grass or herb, scrub, and desert. Here again climate has to be considered, and its part is greater than that of the soil in determining the major divisions. It is only in sub-divisions, in areas over which climatic conditions are fairly uniform, that soil has to be placed first.

Of the different climatic elements rainfall and temperature are the most obviously significant. If either is deficient there is dearth of vegetation, if both are excessive there is luxuriance.

Relief and structure, temperature and rainfall, soil and vegetation have all to be taken into account in classifying natural regions. For instance, the contrast between mountain and plain is a contrast between climatic and vegetative diversity and uniformity, as well as a contrast between a varied and an uniform surface relief. Yet the more each of these is examined the more difficult it becomes to think of mountain or plain as having one and only one characteristic, and the more one feels that every element in each is essential and must not be left out of account.

While the accompanying map of major-regions is based on an examination of all the elements in each region, the classification adopted is broadly one of belts of temperature (1-5) divided meridionally by areas of different rainfall, annual and

occasional,¹ and broken into regular and irregular areas by the great mountain masses which rise up to different elevation (*d* & *e*) as regions apart. Their very diverse conditions of surface, climate and vegetation, closely crowded together, differentiate them from any extensive plains at their base, even if many plants of their lower valleys are the same as those in the plains.

Plains, however, may be very different even in similar latitudes. They are wet and equable in temperature if they are on the windward side of a continent, they are dry and usually extreme in temperature on the lee side and in the interior, they are usually dry and cool in one season and wet and warm at another more particularly in monsoon and other lands with a marked seasonal climatic rhythm. In the map, except at the equator, the west coastal region of a thermal zone is marked with (*a*), the east coastal region with (*b*), the interior lowland (*c*) and the highland or mountain areas (*d*) and where these are exceptionally high (*e*). The notation is simple and easily remembered. A cool temperate equable west coastal region of the northern hemisphere in the stormy west-wind belt with rain at all seasons is *2a*, the warmer region immediately to the south with winter rains and summer drought, is *3a*, the drier and warmer lands round the tropic *4a*. In the equatorial belt where there is little change in temperature and rain, only two regions are distinguished, those with a relatively uniform surface *5a* and those with a relatively broken one *5b*.

If it is interesting and important in the first place to compare the similarities of the regions of the same type, it is equally interesting and valuable to examine their differences. Thus the N. W. European or Northland Sea Region is larger, more productive and more populous than any other variety of this type of natural region. The Norwegian and British Columbian coastal lands have many resemblances, and Southern Chile is much liker these than either Tasmania or New Zealand which have not the island fringe of the other regions. But none of the other varieties of this type has so large an area of lowland as the British Isles and the lands on the

¹ See *Major natural Regions*, « Geographical Journal », vol. XXV, page 30; also *Handbook of Geography*, vol. I, Th. Nelson & Sons, London.

opposite side of the narrow seas, nor are they so conveniently grouped. In America in Vancouver Island and Puget Sound



we find the nearest approach to it, but on a very much smaller scale.

The Mediterranean type of region (3a) is also very much larger in the Northern Old World than elsewhere. Its remarkable climate of dry summers and wet winters, and its vegetation adapted to this climate early led to its being recognised as a peculiar type. Its long historical record and its great influence on the civilisation of European peoples everywhere make it of special importance to all students of human affairs; but it is necessary to point out that generalisations based on Mediterranean experience require to be tested in other types of region where the environment is different before they can be accepted as of universal validity. The other varieties of this region are also small; but they form the most valuable parts of the Pacific margin of America.

On the east coast the warm temperate type of natural region 3b is the most important. In this case there are two large areas, China and the eastern United States, of the greatest possible significance, and a third, consisting of Southern Brazil and the wetter lands drained to the Plate Gulf, is also extensive. The narrower coastal belts of Natal and New South Wales are varieties of this type in the British Empire.

China and the Eastern United States are much the most fascinating varieties of this type. While they have essentially similar geographical conditions, they have essentially different peoples, racially and socially. In the next three or four generations it should be possible to trace, and perhaps even to evaluate, the relative importance of racial and of social inheritance and of economic and ethical adaptation to environment.

The monsoon and savana lands 4b and 4c are the most important intertropical regions. Space does not permit any analysis of them in this paper, nor does it allow the examination of the sub-divisions of the more important natural regions, e. g. of 2b into coniferous and deciduous forested regions.

Professor Friedrich of Leipzig in his *Geographie des Welt-handels und Weltverkehr* (Jena, 1911) has analysed with great skill and labour the economic productions of these different natural regions, and on pp. 80-83 he gives a summary from which the following interesting particulars are selected to show how significant this way of dividing the Earth's surface is.

PERCENTAGE OF WORLD'S TOTAL PRODUCTION IN

	2a	2b	2c	3a	3b	3c	4b	4c
Sheep	15	5	20	13	6	20	2†	very few
Cattle	13	10	18	4	8	10†	24	10
Oats	33	20	44	2	—	1	—	—
Rye	30	4	62	2½	—	—	—	—
Wheat	18	11	40	13	2†	6†	1†	—
Maize	1	33	20†	5½	20†	15†	4†	—
Rice	—	—	—	1	40-45	—	42	—
Wine	37	—	8	53	—	—	—	—
Olive oil	—	—	—	almost all	—	—	—	—
Flax	—	—	87	—	—	—	—	—
Cotton	—	—	—	0,7	71	4	12	2,2
Silk	—	—	—	30	—	—	14,8	—

VII.

This classification and notation, like so many others, while convenient is only valuable to those who do not substitute it for, but can feel, the reality which it represents. It stimulates analyses and comparisons and suggests similarities between regions in different parts of the world which are fundamental and not merely superficial. The significant fact is that different regions exist, which, though far apart, are essentially of the same type; or, in other words, that there is a natural classification for the sub-divisions of the Earth's surface.

The recognition of the fact that we can divide the Earth's surface into natural regions which can be classified into types is for the moment more important than the question of whether the best natural regions have been selected. No doubt with better knowledge better divisions, certainly more minute divisions, will be made. What more immediately concerns us in this article is to examine one or two of the many consequences of the recognition of these higher units.

The first gain has been in the power of grasping facts. It has led, as a rational classification of plants and animals did in biology, to a better knowledge of the whole through a careful study of types. It has had a great influence on the teaching of Geography. Not merely is time saved, but a more accurate knowledge of the world is gained, the memory is not

burdened by such a plethora of place names, the pupil can tell something of the shape of the land and the circumstances of life in different parts of the Earth. For him the world becomes real and the names learned recall real scenes. He is compelled to make comparisons and seek out reasons for likenesses and differences. Geography ceases to be a mere memory subject.

There will always be one difficulty, viz: that geographical specimens cannot be carried about but that we must transport ourselves if we would see them, or else rely on descriptions, pictures, maps, etc. There is, however, always one part we can examine for ourselves, our own district. If geography did nothing but taught a child to see, know and love his own district, it would be an inestimably valuable element in education. But it can do more. It can lead him to the conception of varieties of the home type of district and from that to appreciate in part some of the outstanding characteristics of quite different types of district. It can make the pupil feel the naturalness to their inhabitants of other conditions of life and of other modes of work and thought than those around him with which he is familiar. Perhaps these are the greatest educational contributions of geography. The gain to the economist, the business man, the administrator, and the statesman is equally obvious.

VIII.

In all branches of human studies the environment must be taken into consideration, and the discovery of any better way of examining and classifying environments must be of great importance. The question, however, may be asked: What is the role of man in a geographical region? He is too often considered a thing apart, or at best an active agent in a passive medium. If he is treated in this way the treatement is incomplete. We are surely long past the days of quarreling about whether a man is dominated by heredity or by environment. He is influenced by both, he is, as it were, a part of both. We are accustomed nowadays to look at him as but a fleeting aspect of a changing whole, a little of whose past we can review and still less of whose future we can foresee. We have not yet grown to look at him as but a small part of a complex whole whose control of him we can but slightly trace.

If the geographical region is a macro-organism then men are its nerve cells. In some of the huge regional creatures this collection of human units is more or less amorphous, a scattered mass of undifferentiated nerve cells, an unimportant part of the whole. In others he is well organised and specialised as an essential part of it, having set his mark all over its surface, in fact he is a sort of a higher nervous system in it. But he is no more, though no less, to be considered apart from the rest of these leviathans than the nervous system is to be considered apart from the rest of the organism of which it is an essential element. For purposes of investigation it is often necessary to consider one element alone; but for the full understanding of the organism, or of the macro-organism, the nervous system, or the human society, cannot be separated from it.

Analogies must never be pushed too far. The life history or cycle of these natural regions is not exactly the same as that of any cell, or organism. Its material and physical birth and growth and decay are of quite a different character, and while a study of the life cycles of simpler forms throws light on that of the larger and more complex ones, it is quite insufficient to summarise the latter merely in terms of the former. They must be studied as they are themselves.

That such regional leviathans exist and that we each are a part of one is the theme of this paper. The personality of such leviathans, like the personality of men, is another question.

Oxford, University.

A. J. HERBERTSON

L'EVOLUZIONE DEL RAGIONAMENTO

PARTE SECONDA.

Dall'intuizione alla deduzione.

Nella prima parte di questo nostro studio sull'evoluzione del ragionamento abbiamo visto come si passi dal ragionamento concreto a quello astratto collo scoprire che facciamo nei vari oggetti o fenomeni, magari percettivamente i più diversi tra loro, quelle qualità od attributi che li rendono equivalenti rispetto alla produzione di quel dato fenomeno, al quale si mira colla serie di operazioni od esperienze, semplicemente pensate, che costituiscono il ragionamento stesso. E abbiamo accennato che parallelamente e conseguentemente a questo passaggio dalle forme concrete a quelle via via sempre più astratte, il ragionamento vada anche acquistando una complessità sempre maggiore e un'applicazione sempre più estesa, che dalle prime semplicissime intuizioni lo fanno salire ai processi deduttivi più complicati della scienza. Ed è appunto di questo secondo aspetto dell'evoluzione del ragionamento che dobbiamo occuparci in questo scritto.

Occorre, quindi, soffermarci anzitutto un momento ad investigare che cos'è propriamente l'« intuizione », questa famosa intuizione che tanto fa parlare di sè nel campo sì psicologico che filosofico, e sulla quale si emettono opinioni e si elevano dottrine così disparate, spesso del tutto contraddittorie, sempre più o meno confuse.

I.

Se ben si osservano alcuni casi fra i più tipici, che tutti concorderebbero nel chiamare di intuizione, apparirà senza

difficoltà che con questa parola si intende, in sostanza, semplicemente, *qualunque constatazione nuova che avviene improvvisa e spontanea*; cioè a dire, che avviene senza alcuna previa ricerca od osservazione intenzionali, senza essere preceduta da ripetuti tentativi di prestabilita verifica dapprima infruttuosi e poi riusciti, senza aver bisogno della spinta e del controllo continui di un qualche corrispondente stato d'attenzione.

Spesso, per esempio, l'intuizione è la semplice constatazione d'un qualche fatto o d'un qualche attributo d'un oggetto o d'un qualche rapporto fra fenomeni, finora rimasto inosservato e insospettato, la quale avviene a un dato momento tutto ad un tratto, malgrado che nelle circostanze esterne nulla vi sia di mutato, pel fatto che il presentarsi di queste solite circostanze esterne coincide ora fortuitamente con qualche particolare stato affettivo dell'osservatore che gli fa scorgere quanto ora per la prima volta lo interessa. Questo è quanto avviene, in sostanza, anche in ogni e qualsiasi atto di « percezione »: delle infinite qualità sensibili di un oggetto non si scoprono che quelle che interessano ora l'una ora l'altra affettività; e sotto quanti più punti di vista affettivi diversi si esamina l'oggetto tanto più completa, o, per meglio dire, tanto meno incompleta, ne diviene la « percezione ». La scoperta improvvisa di un qualche attributo nuovo in un oggetto già a noi familiare non è che un completamento della percezione del medesimo, che avviene in seguito al trovarsi casualmente l'osservatore sotto un punto di vista affettivo parimente nuovo.

Così Galileo scopre per « intuizione », alla vista della lampada che tanti altri prima di lui ed egli stesso più e più volte avevano certo già visto oscillare in passato senza scorgervi nulla d'interessante, l'isocronismo del pendolo. Intuizione, evidentemente dovuta alla coincidenza fortuita del solito fatto esterno con qualche preoccupazione della sua mente, di natura affettiva, relativa alla misura del tempo.

Osserviamo tuttavia che un osservatore che si fosse proposto di osservare *attentamente* come variava la durata delle oscillazioni col diminuire graduale dell'ampiezza di queste ultime — il che avrebbe implicato qualche preoccupazione affettiva di simile genere — avrebbe finito o prima o poi col constatare egli pure, non più per mero caso ma con certezza, la proprietà medesima. E la natura di questa constatazione,

dovuta all'osservazione attenta, non avrebbe in nulla differito dalla precedente, dovuta all'intuizione.

Rientrano nella categoria particolare di intuizioni, ora esaminata, anche le constatazioni costituenti i cosiddetti assiomi e postulati; la pretta empiricità di essi non essendo ormai, dopo molti dibattiti, più contestata da alcuno.¹

E anche l'intuizione o scoperta di questi assiomi e postulati è sempre provocata da qualche interesse in giuoco:

Un bassotto, p. es., aveva l'abitudine tutte le mattine di scovare un coniglio ad una delle estremità di una macchia di cespugli disposta a ferro di cavallo e di inseguirlo lungo tutto il margine concavo, al termine del quale il coniglio, più veloce del cane, riusciva sempre a svignarsela entro una vecchia fogna. Un bel giorno però, snidato che ebbe come al solito il coniglio, il cane corse dritto alla fogna seguendo la corda dell'arco anzichè l'arco stesso che invece venne seguito come al solito dal coniglio; e, arrivatovi prima di quest'ultimo, l'aspettò e l'acchiappò.²

Un altro cane sotto il pungolo di ritrovare il padrone ha l'intuizione dell'assioma che se le alternative sono tre sole, e due vengono escluse, rimane necessariamente la terza: « Un cane seguendo la pista del suo padrone lungo una strada giunse a un punto dove divergevano tre strade. Fiutando lungo due di queste tre strade e non trovando la pista in nessuna delle due, infilò di corsa la terza strada senza soffermarsi a fiutare anche questa ».³

Analogamente, fino dai primissimi tempi qualunque più umile pastore avrà avuto bene spesso l'occasione di constatare che tutti i tentativi di costituire una barriera con due tronchi dritti di abete o di altro albero disposti ad angolo, quali che fossero l'ampiezza di quest'ultimo e le lunghezze dei due travi, erano fra loro equivalenti nella loro incapacità di tenere chiuso il gregge.

Mentre, probabilmente, è alla constatazione che per passare da una classe di fenomeni equivalenti ad altra classe di

¹ Cfr., per tutti, la polemica dello Stuart Mill col Whewell: J. STUART MILL, *A System of Logic ratiocinative and inductive*, Seventh Edition, Longmans Green Reader and Dyer, London, 1868, Vol. I, Book II, Chap. V, §§ 4-6, pag. 258-278.

² GEORGES I. ROMANES, *Animal Intelligence*, Seventh Edition, Kegan Paul, Trench, Trübner & Co., London, 1898, pag. 461.

³ ROMANES, *ibid.*, 457.

fenomeni pure equivalenti, ma affettivamente opposti ai primi, si passa da un unico fenomeno di transizione il quale non appartiene nè all'una nè all'altra classe, — come è il caso, per esempio, per il braccio della leva o della bilancia rispetto alla propria proiezione orizzontale, — che è originariamente dovuta la prima intuizione di tutti i postulati di « transizione », fra i quali quello famoso che per un punto non si può condurre che una sola parallela ad una retta.

Dall'intuizione quale constatazione pura e semplice d'un qualche fatto od attributo, che ci sta per così dire dinanzi agli occhi, — alla quale appartengono gli esempi ora riportati, — si passa poi a grado a grado all'intuizione quale constatazione che avviene in seguito a qualche combinazione mentale, per lo più assai semplice, di esperienze semplicemente pensate; combinazione, che si produce in noi di getto e spontaneamente, sotto l'impulso di una affettività unica, senza alcun controllo correttore di qualsiasi corrispondente stato di attenzione, cioè a dire, senza che si abbia alcuna affettività secondaria che trattenga, neppure per un istante, l'impulso della primaria.

A questo genere d'intuizione appartengono ben probabilmente, come abbiamo visto nella prima parte di questo nostro studio sull'evoluzione del ragionamento, la maggior parte dei « Gedankenexperimenten » degli animali. E ad esso apparteneva la combinazione di esperienze semplicemente pensate, rammentata nell'altro nostro studio sul ragionamento, che condusse chi scrive, di primo acchito e « in un lampo », mercè lo schieramento in fila di tutti gli abitanti di Londra secondo il numero crescente dei loro capelli, alla constatazione mentale dell'esistenza in questa metropoli di più individui collo stesso preciso numero di capelli.

Un po' di « riflessione » richiese, invece, l'altra combinazione mentale di esperienze, completamente analoga del resto alla precedente, colla quale mi resi conto, la prima volta che la vidi enunciata, della legge dell'equilibrio radioattivo, cioè della proporzionalità delle quantità dei diversi elementi radioattivi, presenti nel minerale, alla durata della loro rispettiva vita media. Combinazione, che consistè nel raffigurarmi, a scopo di raffronto, una serie di recipienti cilindrici di base eguale, aventi lungo una direttrice una fessura partentesi dal fondo e di larghezza diversa da recipiente a recipiente; nel

supporli poi in cascata l'un sotto l'altro, e il superiore sotto un rubinetto a portata costante, di modo che l'acqua fuggendo dalla fessura dell'uno cadeva tutta nel sottostante, e da questo nel successivo, e così via; e nell'attendere lo stabilirsi dello « stato stazionario » o di equilibrio dinamico, nel quale, cioè, l'acqua si manteneva ad altezza costante in ciascun recipiente, diversa dall'uno all'altro a seconda della larghezza della fessura.

Questa combinazione mentale, per quanto essa pure fosse ben semplice, richiese, come dicevamo, a differenza dell'altra, un po' di « riflessione », sia perchè non si presentò per qualche tempo alla mia mente alcuna combinazione di alcuna sorta, sia perchè le prime combinazioni che poi cominciarono a presentarsi si dimostrarono non adatte a condurmi alla meta desiderata. Ma non per questo le due combinazioni cessano di essere fra loro identiche in quanto alla natura del materiale mentale adoperato e della constatazione raggiunta. Tutta la differenza sta in questo che, nella combinazione « ponderata », la combinazione conducente alla constatazione mentale che si ha in mira è raggiunta solo per via di ripetuti tentativi, fra i quali molti sono gli scartati e pochi gli eletti; mentre, nella combinazione « intuita », l'« idea felice » si presenta *fortuitamente* proprio per la prima e diviene quindi senz'altro l'eletta.

Ma è per tal via, precisamente, di tentativi ripetuti, perseguiti con tenacia, che il ragionamento fatto con riflessione riesce a sottrarre in gran parte il raggiungimento del risultato desiderato al « caso », in balia del quale il raggiungimento stesso è invece lasciato dalla semplice intuizione.

Tal'altra volta, ancora, l'intuizione non fa che farci constatare la validità generale di una dimostrazione particolare: « Kroman si è domandato, scrive il Mach, come mai una dimostrazione fatta per una figura speciale, per esempio per un dato triangolo, può sembrarci valida in generale. Egli ritiene che ciò dipenda dal fatto che variando rapidamente la figura col pensiero le facciamo prendere tutte le forme possibili, e così ci convinciamo della validità del risultato per tutti i casi speciali. La storia e l'introspezione ci insegnano che l'idea nella sua sostanza è giusta. Non possiamo però ammettere col Kroman che ogni individuo che si occupa di geometria riesca a procurarsi ogni volta « in un lampo » questa

visione completa e ad elevarsi a una tale chiarezza e forza della persuasione geometrica ». ¹

Questa visione « in un lampo » che ci fa constatare la validità generale di una dimostrazione consiste, dunque, nell'intravedere, in un attimo, mentalmente, che, nel caso che la medesima serie di esperienze, che ha costituito la dimostrazione stessa, venga ripetuta su ciascuna delle figure che coll'immaginazione ci raffiguriamo diverse, *sotto certi aspetti soltanto*, da quella che ci sta dinanzi, il risultato resta sempre lo stesso. Quindi l'« intuizione » consiste, in tal caso, in ripetizioni mentali e istantanee di tante serie di esperienze semplicemente pensate quante sono le forme diverse della figura che si presentano alla nostra mente, ciascuna serie essendo molto simile a quella prima che è stata eseguita sulla figura particolare disegnata sulla carta o sulla lavagna. Di guisa che la differenza coll'intuizione precedente sta in questo: che nel caso dello schieramento degli abitanti di Londra secondo il numero crescente dei loro capelli si ha una sola serie, *isolata e fortuita*, di esperienze semplicemente immaginate; mentre nell'intuizione generalizzatrice si hanno moltissime di tali serie, *sussequenti* rapidamente l'una all'altra e *suggerite* tutte dalla prima. Ed è dessa che ci fa così acquistare il concetto di determinate figure geometriche, equivalenti rispetto a un dato risultato o a date proprietà, — quale, per esempio, il concetto di triangolo, — e che trasforma il ragionamento concreto del fanciullo, all'inizio dei suoi studi di geometria elementare, in quello astratto del geometra provetto.

Ma, come osserva giustamente anche il Mach nel passo ora riportato, non sempre questa « visione » generalizzatrice di una data dimostrazione particolare avviene, in tutti, spontaneamente e in un attimo, cioè per via di semplice intuizione. Spesso essa richiede, pur non cambiando in nulla in quanto alla sua natura, una certa dose di riflessione, la quale, quindi, ancor qui, prima o poi finisce per lo più a riuscire là dove l'intuizione, non favorita dal caso, può invece fallire.

Tal'altra volta, infine, l'intuizione consiste nel trovare, come si suole dire, delle *analogie* fra fenomeni fino allora rite-

¹ ERNST MACH, *Erkenntnis und Irrtum*, Barth, Leipzig, 1906, pag. 386-387; cfr. anche STANLEY JEVONS, *Elementary Lessons in Logic* (First Edition 1870), Macmillan, London, 1909, pag. 219; e: J. E. MILLER, *The Psychology of Thinking*, Macmillan, New York, 1909, pag. 197.

nuti del tutto diversi; cioè a dire, nello scoprire che fenomeni, percettivamente magari i più diversi, purchè abbiano tutti un dato attributo particolare, sono equivalenti rispetto a un dato risultato da ottenersi. La designazione di questo particolare attributo, necessario e sufficiente a tale equivalenza, costituisce ciò che si chiama una legge scientifica; la quale permette così di applicare a tutto un gruppo ben più vasto di fenomeni od oggetti un dato ordine di conoscenze già acquistato rispetto a un gruppo minore. Questa estensione di quanto già si conosceva su dati fenomeni ad altri fenomeni costituisce, come è noto, il fondamento dell'*induzione*, e, come vedremo alla fine di questo scritto, è ciò che permette l'applicazione sempre più estesa nella scienza del *metodo deduttivo*.

Veramente, questa scoperta di nuove analogie fra fenomeni non è un caso sostanzialmente diverso da quello precedente di generalizzazione di una dimostrazione, appunto perchè essa pure non è altro, in sostanza, ripetiamo, che la semplice constatazione che tali e tali caratteristiche, ed esse soltanto, bastano a rendere equivalenti, rispetto a un dato risultato da ottenersi con determinate operazioni, oggetti o fenomeni percettivamente fra loro diversi. Ma una differenza notevole fra i due casi consiste nella ben maggiore diversità degli oggetti o fenomeni da riscontrarsi come equivalenti, e, specialmente, nel fatto che, a differenza del caso precedente, dove si tratta di generalizzare una dimostrazione particolare già condotta a termine, *qui non è prefissato il risultato da raggiungeresi*.

La differenza è tale, soprattutto per questa seconda circostanza, che in queste scoperte di analogie fra fenomeni l'intuizione, la quale più che mai è qui soggetta al caso, è difficilmente sostituibile dalla riflessione; anzi, come vedremo fra poco per tutte le scoperte veramente nuove in genere, l'attenzione costituisce più che altro un ostacolo. In tal campo, l'intuizione e il caso dominano quindi sovrani; e più dell'indefessa e tenace opera di riflessione vale qui il lampo improvviso dell'uomo di genio.

Galileo, per esempio, immagina un corpo che cade lungo un piano inclinato e che poi — conforme a quanto hanno insegnato le esperienze in precedenza effettivamente eseguite — risale, in grazia della velocità acquistata, lungo un altro piano inclinato alla medesima altezza da cui si era partito. Immagina poi una serie di piani via via sempre meno inclinati lungo

ciascuno dei quali questo corpo sia di volta in volta fatto risalire. Quanto più questi piani si avvicinano al piano orizzontale, tanto minore è il rallentamento subito dal corpo, tanto più a lungo e più lontano esso continua a muoversi. D'un colpo Galileo *vede* allora che sul piano orizzontale, supposto nullo l'attrito, ogni rallentamento cessa e scopre così la legge d'inerzia.¹

Analogamente, Newton immagina di lanciare da un'alta vetta di montagna dei sassi con velocità orizzontali iniziali sempre maggiori. *Vede* la parabola di caduta, astraendo dalla resistenza dell'aria, farsi sempre più allungata, finchè essa non perviene più a toccare la terra: il sasso diviene allora un satellite girante intorno al nostro globo; e la gravità od accelerazione terrestre si palesa così capace di dar luogo agli stessi fenomeni di moto della gravitazione od accelerazione celeste.²

Evidentemente, il « principio di continuità », — cioè la tendenza ad estendere certe proprietà d'un fenomeno, state verificate solo in date circostanze, anche ai casi nei quali le circostanze stesse vengono a poco a poco a modificarsi, — che hanno seguito in questi esempi tanto Galileo che Newton, è quello stesso che segue il geometra, quando immagina di variare gradatamente, in tutti i modi possibili, il triangolo disegnato che gli sta dinanzi. Solo che quest'ultimo, ripetiamo, conosce già la meta cui deve arrivare, cioè la generalizzazione della dimostrazione particolare già eseguita; mentre nessuna luce brilla in precedenza dinanzi ai due primi per guidarli nelle loro scoperte immortali.

Inoltre, non tutte queste nuove « analogie » fra fenomeni si scoprono, o sono suscettibili di venire scoperte, mediante l'applicazione di tale « principio di continuità », sia pure non guidato. E per quelle che avvengono senza neppur ricorrere a questo incerto mezzo di orientamento, la parte che vi prende il puro caso e l'importanza che vi assume l'intuizione geniale del tutto spontanea e improvvisa divengono ancora maggiori, mentre addirittura a nulla si riduce l'opera anche la più indefessa della più intensa attenzione e della riflessione più prolungata.

Da tutto il fin qui detto vediamo confermato, dunque,

¹ Cfr. ERNST MACH, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, Siebente Auflage, Brockhaus, Leipzig, 1912, pag. 131, 266.

² Cfr. MACH, *ibid.*, 181, 184.

quanto abbiamo sopra affermato, essere cioè l'intuizione non altro che una *visione* o *constatazione nuova*, del tutto improvvisa e spontanea, che avviene, sia direttamente ed effettivamente, per la coincidenza fortuita di dati fenomeni soliti con qualche preoccupazione insolita di natura affettiva, sia indirettamente e mentalmente, in seguito a qualche combinazione mentale nuova, più o meno fortuita anch'essa, il cui risultato è per così dire « colto a volo » e trattenuto, parimente, da qualche intenso interesse di natura utilitaria o scientifica.

Ciò che importa qui di notare è che, per tale sua natura stessa, l'intuizione è ben lungi dall'essere sempre vera. Anzi, se per un verso essa ha talvolta grandi probabilità di essere tale, grazie alla semplicità stessa del fatto osservato o alla semplicità e poca quantità delle esperienze immaginate che entrano nella combinazione mentale che la costituisce, viceversa essa va di solito maggiormente soggetta ad errare che non l'osservazione accurata o il ragionamento fatto con riflessione, appunto perchè in essa manca, come lo dimostra la rapidità stessa con cui essa avviene, ogni e qualsiasi controllo dell'affettività secondaria d'uno stato corrispondente d'attenzione. Si rammenti, per esempio, l'intuizione errata che ogni funzione continua dovesse avere sempre una derivata perchè in ogni punto di una curva disegnata sul foglio è sempre possibile condurre una tangente ad essa, o il numero stragrande di intuizioni che il Faraday ci rivela che si presentavano di continuo alla sua mente durante le sue ricerche e la maggior parte delle quali egli doveva poi abbandonare perchè non giuste.

Ma se di fronte all'osservazione « accurata » o al ragionamento « ponderato » l'intuizione presenta l'inferiorità di andare maggiormente soggetta al pericolo di errare, essa ha tuttavia, di fronte ad essi, come abbiamo già sopra accennato, maggiori probabilità di giungere a verità del tutto nuove. Certo, per il prodursi di queste ultime, è necessario, anzitutto, di avere della « fantasia », cioè di essere dotato di una mente capace di rompere le dighe delle associazioni abituali. Un osservatore, per esempio, che avesse mancato di questa qualità non avrebbe mai visto in una lampada oscillante se non le qualità sensibili solite: il materiale di cui era fatta, la forma, le intagliature o cesellature che l'adornavano e simili. Ma anche lo stesso Galileo non avrebbe potuto scoprire l'isocro-

nismo delle oscillazioni se in quel momento non fosse stato preso fortuitamente da qualche preoccupazione d'ordine affettivo relativa alla misura del tempo. Ora, il presentarsi di tale preoccupazione affettiva sarebbe stato appunto inibito, per quanto abbiamo visto nel nostro studio precedente sull'attenzione, se Galileo, *sollecitato da qualche altro interesse*, avesse esaminato la lampada *attentamente*. Parimente, la fantasia di un Faraday ha bisogno di avere del tutto libero il suo corso, senza essere ad ogni passo inceppata dall'opera continua di limitazione, di esclusione e di controllo, propria sì dell'una che dell'altra affettività di uno stato d'attenzione troppo intenso.

Da ciò, dunque, più che l'utilità, la imprescindibile necessità di una cooperazione *continuamente alternantesi* fra l'intuizione e la riflessione: Se quest'ultima ha bisogno della prima onde sfuggire al grave pericolo della sterilità, la prima ha poi bisogno della riflessione che controlli e provi la giustezza di ciascuna delle « constatazioni » nuove che ad ogni libero volo della fantasia essa fa o crede di fare.

II.

Una complicazione maggiore di combinazioni mentali, meno facilmente suscettibile di venire intuita e che invece rende per il solito necessaria una certa dose di riflessione, è rappresentata da alcune forme particolari di ragionamento, che nell'evoluzione di quest'ultimo costituiscono dei passi notevoli. Intendiamo dire: il cosiddetto principio di ragion sufficiente, la dimostrazione per assurdo, il sillogismo.

Consideriamo, per esempio, il processo mentale che ha condotto lo Stevin a formulare le leggi dell'equilibrio lungo il piano inclinato. Immaginata una catena senza fine posata sopra un prisma triangolare con due faccie oblique e la terza orizzontale, egli constata, anzitutto, che la parte pendente della catena, per la sua *simmetria* stessa rispetto alla verticale passante per il suo punto più basso, non può contribuire in nulla sia nel promuovere che nel contrastare il movimento delle due porzioni restanti della catena posate sulle due faccie oblique del prisma. Questa constatazione relativa alla porzione pendente della catena costituisce, come si vede, il cosiddetto principio di ragion sufficiente del Leibnitz, applicato fino da

Archimede all'equilibrio della bilancia di braccia uguali caricate con pesi uguali, e in seguito adoperato per la composizione di due forze uguali convergenti nella risultante giacente sulla bisettrice e per altri fenomeni o processi similmente simmetrici.

Questo principio riposa in sostanza su questo: nel constatare che la simmetria per sè stessa implica la possibilità, col semplice scambiare fra loro gli elementi simmetrici o cambiando convenientemente la posizione dell'osservatore, di eseguire mentalmente due esperienze identiche sul medesimo oggetto o fenomeno — che è, anzi, in questa possibilità che risiede il riconoscere che facciamo che un oggetto o fenomeno è simmetrico —; nell'attendersi, quindi, da queste due esperienze identiche un risultato pure identico; e nel verificare infine mentalmente che tale identità di risultato non si può avere altro che se il risultato è precisamente quello ammesso.¹

Questo seguito di operazioni e constatazioni mentali non è ancora, come si vede, tanto complesso da non potere mai avvenire d'un sol getto in un attimo, cioè per pura via d'intuizione; lo è abbastanza, però, per richiedere, il più delle volte, anche una certa dose di riflessione.

Ma nel processo mentale seguito dallo Stevin si rinviene anche un'applicazione della dimostrazione per assurdo. Infatti, egli non ammette già direttamente che la catena senza fine posata sul suddetto prisma non ha alcuna tendenza a muoversi nè da una parte nè dall'altra, bensì *osserva mentalmente* che ove abbia tendenza a muoversi, ed effettivamente si muova, le condizioni rimarrebbero, dopo il movimento, esattamente le stesse di prima; per cui il movimento dovrebbe continuare indefinitamente; ed è precisamente questo moto senza fine che egli riconosce contraddetto dall'esperienza.²

Questo è precisamente il procedimento seguito da qualunque dimostrazione per assurdo: la non possibilità di un fatto non essendo suscettibile di venire facilmente constatata, si constata in sua vece l'impossibilità, più facile a riconoscersi, di un altro fatto, il quale una combinazione mentale, più o meno complessa, fa *vedere* conseguire inevitabilmente dal primo.

¹ Cfr. JEVONS, op. cit.: *Elementary Lessons in Logic*, 125; MACH, op. cit.: *Die Mechanik*, 10-11; FEDERIGO ENRIQUES, *Il principio della ragion sufficiente nella costruzione scientifica*, « Scientia », Anno III (1909), N.º IX-1.

² Cfr. MACH, op. cit.: *Die Mechanik*, 24 e seg.

La dimostrazione per assurdo riposa, dunque, sul « principio di contraddizione », cioè a dire sulla inibizione reciproca di immagini « antagoniste »; fenomeno, questo, di somma importanza, che sarà bene analizzare un po' accuratamente.

Nella stessa guisa che, nelle esperienze stereoscopiche sulla lotta dei campi visivi (*Wettstreit der Sehfelder*), le due diverse sensazioni od immagini che tendono a prodursi rispettivamente nell'uno e nell'altro occhio non possono più, quando attraversano lo stesso tratto di conduzione nervosa o giungono alla medesima sede cerebrale, coesistere contemporaneamente, di modo che ora è l'una e ora è l'altra che resta inibita dalla antagonista, così lo stesso si verifica per le evocazioni sensoriali, le quali non sono in sostanza che sensazioni esse pure, solo prodotte per cause mnemoniche interne anzichè per cause esterne. Se specificamente diverse e tendenti a prodursi nella stessa sede cerebrale, le due evocazioni sensoriali si inibiscono, dunque, parimente, a vicenda. E l'inibizione dell'una per opera dell'altra porta seco anche l'inibizione di tutto il rispettivo processo associativo, di cui l'evocazione sensoriale inibita era l'ultimo anello. È così che, se la combinazione di esperienze semplicemente immaginate costituente un dato ragionamento fa *vedere* un fatto come inevitabilmente conseguente da un altro, l'inibizione del primo produce anche quella del secondo.

Due affermazioni contraddittorie, cui rispettivamente conducano una sensazione diretta e una evocazione sensoriale oppure due combinazioni diverse di esperienze semplicemente pensate, rappresentano, dunque, due immagini specificamente diverse che si inibiscono a vicenda. Ma affinchè si inibiscano a vicenda bisogna che si riferiscano *ad un solo e medesimo oggetto*, perchè solo in tal caso esse avranno la medesima identica sede cerebrale. Questo stato d'inibizione reciproca delle due immagini, questo arrestarsi dell'una o dell'altra attivazione nervosa già in via di prodursi, è quanto appunto costituisce quel particolare *malessere* che viene provocato in noi da ogni e qualsiasi « contraddizione logica »: « Affermazioni, opinioni o apparenze contrarie producono nella mente un penoso conflitto e provocano un desiderio corrispondente d'una conciliazione ».¹

¹ A. BAIN, *The Emotions and the Will*, Fourth Edition, Longmans Green, London, 1899, pag. 218.

E in qual modo la contraddizione logica e il corrispondente malessere possono venire a cessare? — Coll'eliminazione di una delle due affermazioni contraddittorie o, come appunto dice il Bain, colla loro « conciliazione »; cioè a dire: o collo sfratto definitivo che l'una o l'altra di queste immagini dà alla sua antagonista — il che può solo avvenire se l'una di esse non era che un puro prodotto della fantasia non corrispondente alla realtà —; oppure col riferire le rispettive evocazioni sensoriali, rappresentate da queste due affermazioni contraddittorie, *anzichè ad un solo e medesimo oggetto, a due oggetti distinti.*

Tutte le dimostrazioni per assurdo rappresentano appunto, per quanto abbiamo ora visto, altrettante applicazioni del primo caso. Altri esempi caratteristici ci sono offerti da tutte le ipotesi scientifiche che hanno dovuto essere abbandonate perchè non più in accordo con nuovi fatti venuti alla luce: « Tutte le volte che si arriva a conoscer meglio la storia dell'origine d'una scoperta scientifica, — scrive il Lehmann, — si constata che l'inventore ebbe come punto di partenza rappresentazioni contraddittorie di un dato fenomeno e che tutti i suoi sforzi furono rivolti a togliere questa apparente incompatibilità ». Così la constatazione del Lavoisier dell'accrescersi di peso d'un corpo che brucia dà lo sfratto definitivo all'ipotesi del flogisto, secondo la quale il peso stesso avrebbe dovuto invece, diminuire. ¹

Ma quando lo sfratto definitivo di una delle due immagini contraddittorie non è possibile, la loro « conciliazione » allora consiste, come dicevamo, nello *sdoppiare* l'oggetto cui esse si riferiscono: Affinchè, infatti, le due immagini specificamente diverse si inibiscano a vicenda, abbiamo detto che è necessario si riferiscano ad un solo e medesimo oggetto. Se tale loro riferimento ad un solo e medesimo oggetto cessa, cessa *ipso facto* anche ogni inibizione e quindi anche ogni e qualsiasi contraddizione.

Per esempio: vedo attaccare all'uno dei due bracci uguali d'una bilancia una piccola palla di ferro e all'altro una grande palla pure di ferro. Per quello che so già dall'esperienza anticipo mentalmente la *visione* della grande palla che si abbassa.

¹ A. LEHMANN, *Die Hauptgesetze des menschlichen Gefühlsleben*, Reissland, Leipzig, 1892, pag. 223-224.

Invece, con mia grande sorpresa, i miei occhi me la fanno vedere che si solleva. Le due immagini sono contraddittorie perchè si riferiscono al medesimo oggetto; ma se faccio l'ipotesi che la palla grande dell'esperienza presente sia vuota, mentre quella che avevo visto in passato era piena, ecco che l'evocazione della palla grande *piena* che si abbassa e la visione della palla grande *vuota* che si solleva si riferiscono a due oggetti distinti e ogni contraddizione cessa.

Oppure prendiamo l'esempio analogo del Mach: Ho usato sinora solo bilancie con braccia uguali, alla quale loro particolarità, però, non mi è mai venuto fatto di badare; e ho sempre visto il peso maggiore sollevare il minore. Quindi quando ad una bilancia di braccia disuguali attacco nuovamente da una parte un peso maggiore e dall'altra un peso minore, ho la visione anticipata del solito abbassarsi del peso maggiore. Invece esso si alza. Anche qui la « conciliazione » consiste in questo, che con un po' di riflessione finisco coll'accorgermi che un peso attaccato all'estremità di uno dei due bracci uguali d'una bilancia e il peso uguale attaccato all'estremità del braccio minore d'una bilancia a braccia disuguali sono due oggetti del tutto distinti e in condizioni diverse anzichè essere un solo e medesimo oggetto in condizioni identiche; e quindi i loro comportamenti diversi cessano senz'altro di inibirsi a vicenda, di essere contraddittori.

È dunque in tale sdoppiamento dell'oggetto, in tale differenziazione delle circostanze, che consiste l'« adattamento del pensiero », *die Gedanken Anpassung*, via via a sempre nuovi fatti che a prima vista ci paiono contraddittori.¹

Conseguenza immediata ulteriore del sin qui detto è che due concezioni contraddittorie, affinchè siano tali, cioè affinchè effettivamente si escludano, bisogna che siano fisiologicamente attive *nel medesimo istante*. Altrimenti la contraddizione non viene avvertita, non sussiste *fisiologicamente*; sì come, nelle sopra rammentate esperienze stereoscopiche, ogni « Wettstreit der Sehfelder » cessa, se, chiudendo alternativamente ora l'uno e ora l'altro occhio, le due immagini non vengono più guardate nello stesso momento. Questo spiega come mai possano sussistere, nel medesimo individuo, idee e ipotesi e propositi

¹ Cfr. ERNST MACH, *Die Analyse der Empfindungen*, Fünfte Auflage, Fischer, Jena, 1906, pag. 261-262.

fra loro i più contraddittori: basta che si attivino *in tempi diversi*.

Infine, il ragionamento « per esclusione » non è, esso pure, che un caso particolare del principio eliminativo delle idee contraddittorie. Prendiamo l'esempio suggerito dal Jevons: Qualunque metallo rosso è o rame o oro; il rame è disciolto dall'acido nitrico; questo campione che ho in mano è un metallo rosso; ma esso non è disciolto dall'acido nitrico; dunque esso è oro.¹

Qui il ragionamento consta di una duplice serie di osservazioni o di fatti evocati, cui si aggiunge in seguito l'inibizione di una di queste serie: La vista del metallo rosso evoca, infatti, le restanti qualità tanto dell'oro che del rame. La percezione del rame, così in via di completarsi mentalmente, evoca anche il suo dissolversi nell'acido nitrico, il quale processo, in seguito ad esperienze passate, fa parte del ricordo che ho del rame. Ma la constatazione effettiva, invece, del non dissolversi del metallo inibisce, insieme all'evocazione del processo di discioglimento, anche tutta la restante *percezione mentale* del rame. Quindi di *non inibita* non resta che la *percezione mentale*, più o meno completa, del solo oro.

Tale ragionamento per esclusione richiede, in genere, per la sua complicazione stessa, non poca riflessione; ma nelle sue forme più semplici può avvenire anche di getto, per intuizione: valga l'esempio sopra rammentato del cane che, di fronte alle tre strade suscettibili di essere state prese dal padrone, fuitatene ed escluse due, infila senz'altro la terza che rappresenta l'unica alternativa non inibita dalle due constatazioni olfattive effettivamente eseguite.

Ma passiamo al sillogismo.

Colgo nel mio giardino un arancio per mangiarmelo; ma in quel mentre vedo un gatto che mi sta sciupando un'aiuola di fiori. Sotto la spinta del mio vivo desiderio di evitare questo guasto, constato che l'arancio può servirmi anche come proiettile e ne uso subito per cacciar via l'animale. Atto d'intuizione il mio, che non è altro che una *percezione più completa* dell'arancio, esaminato da due punti di vista affettivi diversi, anzichè da uno solo; e il quale, all'occasione, può trasformarsi

¹ STANLEY JEVONS, *The Principles of Science*, Macmillan, London, 1874, Vol. 1, pag. 94.

in un vero e proprio sillogismo: È probabile, per esempio, che un bambino — magari in grazia della sua più viva golosità per l'arancio e nel tempo stesso del suo scarso interesse per l'aiuola — non riesca a vedere subito questo nuovo aspetto dell'arancio; ma lo vedrà appena la madre gli dica: Qualunque oggetto un po' pesante può servire come proiettile per cacciar via il gatto; ora l'arancio è un oggetto un po' pesante, dunque l'arancio può servire a cacciar via il gatto.

Orbene, che ha fatto la madre con questo sillogismo? — Evidentemente, nient'altro che rieseguire mentalmente una classificazione affettiva (premessa maggiore) e una osservazione (premessa minore), già da lei o da altri eseguite effettivamente nel passato; e la combinazione mentale di queste due operazioni od esperienze semplicemente immaginate l'ha condotta alla constatazione mentale del venire a trovarsi in quel tal gruppo di oggetti-proiettili anche l'arancio.

Prendiamo un altro esempio. Passa il re: il suo fiero aspetto, lo splendido corteo e tutti gli altri segni esteriori della sua potenza destano nei presenti uno stato affettivo-emotivo di timore e di ammirazione insieme, troppo in contrasto con quello di compassione che viene per lo più destato dall'immagine di un nostro simile morente, della sua conseguente impotenza a nuocere, del suo bisogno anzi di aiuto. Nei tempi antichi l'impressione che il re riusciva a dare della sua potenza era tale che i buoni sudditi ritenevano impossibile dovesse finire col morire anche lui. Ma un buon loico li avrebbe potuti richiamare alla realtà delle cose col sillogismo famoso: tutti gli uomini sono mortali, il re è un uomo, dunque il re è mortale. Sillogismo, che consiste, ancor qui, nel rieseguire mentalmente una prima operazione di classificazione, cioè di porre tutti i nostri simili nel gruppo degli esseri viventi stati già riscontrati equivalenti rispetto all'esito finale della morte, e nel combinare con tale operazione semplicemente immaginata l'altra di verificare — pure mentalmente od effettivamente al passaggio del re — che anche il re è un uomo; il che produce la constatazione mentale che proseguendo nella classificazione anche il re verrebbe a trovarsi fra i mortali.

Tanto dal primo che dal secondo esempio vediamo, dunque, che il sillogismo, nella sua forma classica, consiste, in altre parole, in questo: nel rilevare mentalmente, sotto la spinta di una data tendenza affettiva, quell'attributo che è

necessario e sufficiente a rendere più oggetti equivalenti rispetto ad essa — per esempio pesantezza moderata rispetto al fine di servire da proiettile, natura umana rispetto all'avvenimento non desiderato della morte —; nel trasportare così tutto l'interesse su questo attributo; e nell'impedire in tal modo che quest'ultimo passi inosservato nell'oggetto particolare che ci sta dinanzi.¹

Gli attributi di un oggetto, nota lo Spencer, « sono divenuti troppo numerosi, non soltanto per potere presentarsi tutti « mentalmente », ma anche per potere presentarsi tutti « fisicamente » in un medesimo istante ». Quindi, come già vedemmo al principio di questo nostro scritto, delle infinite qualità sensibili o proprietà di un oggetto non si scoprono, in ogni e qualsiasi atto di percezione tanto fisica che mentale, che quelle che interessano ora l'una e ora l'altra affettività. Orbene, il sillogismo non è altro che *una percezione mentale guidata*; cioè a dire, *un completamento di percezione in una direzione determinata*, ottenuto col porre l'osservatore o il pensatore dal punto di vista del fine che si ha in mira colla proposizione generale.²

Si può anche dire che esso è *una percezione mentale in più tempi*, cioè eseguita in due o più riprese anzichè in un solo e medesimo istante: La visione più complessa dell'arancio — ad un tempo di frutto mangereccio e di proiettile —, che io ebbi in un solo istante, è provocata invece nel bambino in più riprese, prima invitandolo a rilevare l'attributo necessario e sufficiente a rendere più oggetti equivalenti rispetto al fine di servire da proiettili, poi, col trasporto che così si ottiene dell'interesse su questo attributo, spingendolo ad osservare che questo attributo è presente anche nell'arancio.³

Ed è precisamente in tale trasporto dell'interesse sopra un dato particolare attributo, in modo che quest'ultimo non sfugga inosservato, che, ripetiamo, consiste tutto il compito e l'importanza del sillogismo. Se questo particolare attributo non sfugge inosservato, come nella mia intuizione immediata che

¹ Cfr. E. CLAPARÈDE, *L'association des idées*, Doin, Paris, 1903, pag. 374-375.

² Cfr. HERBERT SPENCER, *The Principles of Psychology*, Fourth Edition, Williams & Norgate, London, 1899, Vol. I, pag. 459 e Vol. II, pag. 121; MAUDSLEY, *The Physiology of Mind*, Macmillan, London, 1876, pag. 227; JEVONS, op. cit.: *The Principles of Science*, Vol. I, pag. 72-73 e 131.

³ Cfr. A. BINET, *La psychologie du raisonnement*, Alcan, Paris, 1902, pagine 148-150, 155-156.

l'arancio poteva servirmi anche come proiettile, il sillogismo è completamente inutile. Se, invece, questo particolare attributo tenderebbe a passare inosservato senza il richiamo espresso dell'interesse su di esso, come nel bambino troppo ghiotto dell'arancio, la funzione del sillogismo può divenire, non soltanto utile, ma assolutamente indispensabile; sì come è assolutamente indispensabile, anche nell'osservazione diretta, di porsi da determinati punti di vista affettivi, se si vuole che non sfuggano certe qualità sensibili che pur ci stanno dinanzi agli occhi.

Ma il sillogismo può essere indispensabile anche per giungere, in breve tempo, mentalmente, alla constatazione di qualche verità che per via induttiva sperimentale potrebbe richiedere un tempo troppo lungo od incontrare difficoltà pratiche insormontabili: O ciascuno durante la propria vita, per esempio, ha visto morire molti uomini, mentre è possibile non abbia ancora mai visto morire un re. Quindi la generalizzazione del risultato sperimentale « tutti gli uomini sono mortali » si presenta più spontanea e con carattere di molto maggiore certezza che non l'altra « tutti i re sono mortali ». E se ci si proponesse di apprendere o di verificare quest'ultima verità, parimente per via sperimentale, bisognerebbe aspettare un tempo assai lungo, tale che al termine di esso le morti di re fossero state tante da permettere la generalizzazione corrispondente. Orbene, col fare ricorso e col combinare fra loro coll'immaginazione queste due operazioni od esperienze — di classificazione di tutti gli uomini fra i mortali e di verifica della natura umana del re —, le quali effettivamente, e separatamente l'una dall'altra, sono già state fatte in passato da noi o da altri, si giunge, senza alcun bisogno della constatazione diretta, alla constatazione mentale *nuova* che anche tutti i re sono mortali. ¹

Per cui il sillogismo, sia per l'osservazione del fenomeno o dell'oggetto che spinge a fare mentalmente da un punto di vista affettivo nuovo, sia per la combinazione mentale che effettua di tale osservazione con l'operazione parimente immaginata di classificazione, rappresentata dalla premessa maggiore, può condurre veramente a *verità nuove*, cioè essere

¹ Cfr. GIOVANNI VAILATI, *Il metodo deduttivo come strumento di ricerca*, « Scritti di G. Vailati », Seeber, Firenze, 1911, pag. 135-136.

realmente *produttivo*, come qualsiasi altra forma di ragionamento in genere.¹

Concludendo quanto abbiamo sin qui detto su queste forme particolari del ragionamento, quali il principio di ragion sufficiente, la dimostrazione per assurdo e per esclusione, e il sillogismo, vediamo, dunque, in primo luogo, che esse vengono a confermare quanto già dicemmo sulla natura del ragionamento in genere, essere esso, cioè, non altro che una combinazione mentale di operazioni — osservazioni od esperienze — semplicemente pensate; combinazione mentale, che conduce alla « constatazione » medesima che se queste osservazioni od esperienze, anzichè essere semplicemente immaginate, fossero state effettivamente eseguite. In secondo luogo, esse cominciano già a mostrarci che, mentre nei casi più semplici le combinazioni mentali che le costituiscono possono talvolta venire ancora escogitate di getto e in un istante e il rispettivo risultato essere così *intuito*, in quelli meno semplici, invece, diviene indispensabile l'intervento della riflessione.

La combinazione mentale, infatti, è talvolta, in queste forme particolari del ragionamento, un po' insolita e quindi non si presenta facilmente alla prima. Inoltre, esse si presentano difficilmente da sole, ma come altrettanti anelli di combinazioni mentali più complicate, nelle quali bisogna procedere a tappe, fermarsi ad ogni tappa e tenere fermi nella mente i risultati a cui si giunge a ciascuna di queste tappe, affinché possano costituire i punti di partenza per le tappe ulteriori. Valga ad esempio il processo mentale sopra analizzato dallo Stevin: esso consta di una prima tappa, giungente, per via della dimostrazione per assurdo, alla constatazione del non muoversi della catena; poi, di una seconda tappa, indipendente dalla prima, nella quale, in seguito al principio di ragion sufficiente, lo Stevin arriva alla conclusione che sull'equilibrio e sul moto della catena non può avere alcuna influenza il tratto pendente di essa; allora, egli procede a una terza tappa, nella quale, combinando i risultati delle due tappe precedenti, egli si trova ad avere davanti a sè soltanto i due tratti della ca-

¹ Cfr., per l'opinione opposta, MACH, op. cit.: *Erkenntnis und Irrtum*, 304-307; e HENRI POINCARÉ, *La Science et l'Hypothèse*, Flammarion, Paris (senza data), Chap. Ier: *Sur la nature du raisonnement mathématique*, in specie pag. 10-11.

tena giacenti sulle due faccie oblique del prisma e in equilibrio fra loro; dal quale risultato, infine, egli si parte per procedere alla determinazione definitiva delle leggi dell'equilibrio sul piano inclinato.

Tutto ciò richiede attenzione e riflessione prolungata, cioè a dire la presenza di un'affettività primaria mantenuta a lungo in sospenso e la presenza contemporanea di una corrispondente affettività secondaria antagonista: la prima, affinchè possa esplicare, durante un certo tempo, la propria opera di evocazione diretta ed in ispecie di selezione delle « idee felici » fortuite, che possono magari tardare molto a presentarsi alla mente, e affinchè possa nel tempo stesso sostenere e fermare dinanzi alla mente i successivi risultati delle diverse tappe, collegando così queste ultime in un procedimento solo; la seconda, affinchè ad ogni tappa del ragionamento possa controllare la materiale possibilità di ciascuna combinazione parziale immaginata e la giustezza del relativo risultato constatato, escludendo quanto non sarebbe conforme alla realtà.

Ma questo bisogno di riflessione molto sostenuta si mostrerà ancora più evidente in quanto dobbiamo ancora dire circa l'applicazione sempre più estesa che, nella scienza, è venuto via via acquistando il processo deduttivo.

III.

Nella prima parte di questo nostro studio sull'evoluzione del ragionamento, pubblicata nel fascicolo precedente, abbiamo visto che il bisogno di una « storia delle cose » è sorto perchè, quando non si riusciva a classificare alcuni fenomeni direttamente fra altri a noi più famigliari, si cercava per lo meno di vedere se derivavano da alcuni di questi fenomeni a noi più famigliari, diversamente fra loro combinati.

Il « come » e il « perchè » di ciascun fenomeno venne quindi ad essere costituito dalla catena di esperienze, semplicemente pensate, che da dati fatti a noi famigliari ci permetteva di arrivare, come risultato finale, a questo fenomeno che era da « spiegarsi » e che così risultava appunto « spiegato ».

Nelle infinite varietà di fenomeni si cerca, quindi, di scoprire sempre gli stessi e medesimi fatti famigliari elementari,

le cui diverse combinazioni mentali siano suscettibili di riprodurre questa grande verità presentata dalla natura. ¹

Questo bisogno di derivare tutti i fenomeni più complicati della natura da quei pochi fenomeni elementari che sono a noi più famigliari costituisce il cosiddetto bisogno di una « spiegazione causale ». ²

Da questo bisogno di una « spiegazione causale » deriva senz'altro la tendenza della scienza a divenire il più possibile « deduttiva »; cioè a dire, la tendenza a cercare di derivare, per via di serie più o meno lunghe di combinazioni sperimentali convenienti, semplicemente pensate, il maggior numero possibile di fenomeni naturali dal minor numero possibile di altri fenomeni, scelti fra i più semplici e fra quelli a noi più famigliari.

E siccome fra i più semplici e i più famigliari fenomeni fisici ci appaiono quelli di moto dei corpi, i quali nel tempo stesso sono gli unici che permettano al ragionatore di perseguire coll' « occhio della mente » le vicende di oggetti che rimangono sempre identici a sè medesimi durante tutti i successivi loro spostamenti, così la tendenza « deduttiva » della scienza diviene senz'altro tendenza al « cinetismo ». ³

Ma la *tendenza* della scienza a divenire deduttiva è una cosa ben diversa dalla sua *possibilità* di divenir tale. Tutto dipende, quindi, dalla proporzione in cui è ad essa possibile di procedere a combinare fra loro esperienze semplicemente pensate. ⁴

Ora, anche scegliendo come punti di partenza i fenomeni più semplici e più famigliari, infinite e infinitamente svariate, per il numero e la qualità e le modalità quantitative dei rispettivi componenti, sono le combinazioni sperimentali, più o meno complesse, che si possono escogitare fra di essi. E se tali combinazioni ci apparissero in tutto e per tutto diverse tra loro, impossibile sarebbe di eseguirle solo mentalmente, perchè all'uopo occorrerebbe prima conoscere, *di ciascuna separatamente*, il risultato. Se, invece, per via di intuizione e di corrispondente generalizzazione induttiva più o meno ipotetica,

¹ Cfr. MACH, op. cit.: *Die Mechanik*, 5-6.

² Cfr. MACH, op. cit.: *Die Analyse der Empfindungen*, 273.

³ Cfr. E. MEYERSON, *Idéalité et réalité*, Alcan, Paris, 1908, passim, p. es., pag. 83-84, 87-88.

⁴ Cfr. STUART MILL, op. cit.: *A System of Logic*, I, 245.

si scopre che quelle fra queste combinazioni, che abbiano solo certi caratteri in comune, sono fra loro equivalenti rispetto a un dato risultato, allora tale risultato, verificato sperimentalmente solo per alcune di esse, rende possibile di applicarlo senz'altro anche a ciascuna delle altre, le quali ora, e ora soltanto, possono venire così semplicemente pensate.

Valga, ad esempio, la legge del moto scoperta da Galileo. Essa dice che se più forze concorrono a determinare un dato movimento, esse, pel fatto di concorrere, non cessano di produrre ciascuna per proprio conto — contrariamente alla credenza sino allora generalmente accettata — gli stessi effetti che produrrebbero se agissero da sole. Ciascuna di queste forze concorrenti, cioè, è *equivalente*, rispetto al moto da essa prodotto, alla forza uguale che agisce da sola. « Prima che questa legge venisse scoperta e chiaramente formulata, scrive il Vailati, il meccanico che si fosse proposto di determinare deduttivamente il moto prodotto dall'azione simultanea di più forze, di ciascuna delle quali gli fosse anche stato perfettamente noto il modo d'agire, si trovava di fronte alle stesse difficoltà a cui spesso urterebbe oggi un chimico, che si proponesse di determinare *a priori* le proprietà di un composto, giovandosi solo della sua conoscenza delle proprietà dei componenti ». Invece, una volta scoperta la legge, fu possibile di effettuare mentalmente le più svariate combinazioni di forze, anche le più complesse, perchè la combinazione simultanea venne ad essere equivalente ad altrettante applicazioni successive di forze, di ciascuna delle quali si conosceva in precedenza il risultato.¹

Se poi l'equivalenza che si scopre fra più combinazioni sperimentali è d'ordine ancora più generale e consiste, per esempio, nel riconoscere che, per quanto varie possano essere le differenze nelle modalità quantitative di certi loro componenti, il risultato che c'interessa resta sempre dello stesso genere e la sua grandezza è data sempre da un'unica e medesima formula, che appunto lo determina in funzione di queste modalità quantitative dei componenti — formula, che rappresenta così la schematizzazione del « fatto concettuale » generalissimo — allora, tanto più numerose e più diverse saranno le combinazioni sperimentali particolari che, rientrando in tale « concetto », e conoscendone quindi in precedenza il risultato,

¹ Cfr. VAILATI, art. cit.: *Il metodo deduttivo, ecc.*, « Scritti di G. Vailati », 421.

potremo effettuare mentalmente; e tanto più numerose e più frequenti saranno, quindi, le occasioni che avrà il metodo deduttivo di potere venire applicato.

Così la legge di Newton, sostituita a quelle di Keplero, ha reso possibile di eseguire mentalmente una ben maggiore quantità di esperienze sui moti dei corpi celesti, perchè, per ogni modo particolare di disposizione di questi corpi che venisse immaginato, anche del tutto diverso da quello cui si riferivano le leggi di Keplero, essa indicava subito il risultato relativo alle loro accelerazioni e ai loro movimenti. Non solo, chè il fenomeno stesso delle maree, la forma della terra, il suo schiacciamento ai poli, e altri fenomeni particolari i più svariati sono divenuti, grazie ad essa, parimente suscettibili di venire *dedotti*; cioè a dire, di venire ottenuti per via di altrettante combinazioni convenienti, più o meno complesse, di determinati modi iniziali di disposizione di masse elementari e di determinati moti iniziali di ciascuna di queste masse, perchè, per ciascuna di queste combinazioni, semplicemente pensate, la formola Newtoniana forniva ogni volta in precedenza il risultato.¹

Ogni estensione del metodo deduttivo implica, quindi, in precedenza, una qualche corrispondente nuova induzione, in grazia della quale i risultati fino ad ora sconosciuti di tutta una categoria di combinazioni sperimentali, — le quali, per ciò stesso, non potevano venire eseguite mentalmente, — divengono invece noti, perchè assimilati a quelli di altre categorie di combinazioni sperimentali, i cui risultati sono già stati constatati per via di esperienze effettivamente eseguite. E le condizioni da cui dipendono la diversa applicabilità e la diversa fecondità del metodo deduttivo stesso, nei vari campi della ricerca scientifica, si riassumono tutte in questa scoperta di concetti e leggi e formole, in cui si esprimono le nuove generalizzazioni induttive.

Ma l'utilità di tali concetti e leggi e formole d'ordine sempre più generale non si limita a questa possibilità che danno al ragionamento di eseguire mentalmente una quantità sempre maggiore di combinazioni sperimentali *particolari*, fornendo di ciascuna di esse in precedenza il rispettivo ri-

¹ Cfr. VAILATI, *ibid.*, 144; STUART MILL, op. cit.: *A System of Logic*, I, 246; MACH, op. cit.: *Die Mechanik*, 183-184

sultato. Bensì vale anche, e soprattutto, per la possibilità che ne viene al ragionamento stesso di eseguire mentalmente delle combinazioni sperimentali esse pure *d'ordine generale*, cioè *schematizzate*, ciascuna delle quali rappresenta un corrispondente intero gruppo di combinazioni particolari, equivalenti fra loro dal punto di vista del risultato che si ha in mira.

Queste combinazioni sperimentali *schematizzate* possono, per la loro stessa maggiore semplicità, essere escogitate e seguite dall' « occhio della mente » più facilmente e per più lungo tratto che non quelle particolari, di solito più complesse; e tanto più facilmente e tanto più a lungo, quanto più sono appunto schematizzate. Quindi i concetti generali e astratti contribuiscono potentemente, anche da questo lato, a facilitare l'applicazione sempre più estesa del metodo deduttivo: « A mano a mano che ci si eleva nella generalizzazione, scrive il Ribot, non si sale nel vuoto, come è stato detto, ma nel semplice ». — « La ragione per cui la fisica, scrive alla sua volta il James, diviene tanto più deduttiva quanto più le proprietà fondamentali che essa assume sono di natura matematica sta in questo, che le conseguenze immediate di tali nozioni sono così poche di numero che noi possiamo sorvegliarle tutte ad un tempo, e così scegliere prontamente quelle che ci riguardano ».¹

Formazione di concetti astratti e applicazione del metodo deduttivo procedono, dunque, di pari passo, per duplice ragione: per la quantità di risultati di combinazioni sperimentali, particolari o generali, che questi concetti fanno conoscere in precedenza, permettendo così di eseguire queste combinazioni sperimentali solo mentalmente, e per la grande semplicità che questi concetti danno alle rispettive combinazioni sperimentali schematizzate, rendendo così più facile di eseguirle e di seguirle col pensiero.

Col ragionamento astratto, sostituito al concreto, si ottiene, infine, come già abbiamo visto nella prima parte di questo nostro studio sull'evoluzione del ragionamento apparsa nel fascicolo precedente, un aumento notevolissimo nel « rendimento tecnico » del ragionamento stesso, perchè ogni ragionamento astratto vale per i mille, diecimila, centomila ragionamenti concreti, i quali sarebbero rispettivamente costituiti da

¹ TH. RIBOT, *L'évolution des idées générales*, 2^{me} éd., Alcan, Paris, 1904, pag. 253; WILLIAM JAMES, *The Principles of Psychology*, Macmillan, London, 1901, Vol. II, pag. 343.

ciascuna delle combinazioni sperimentali particolari raggruppate nella categoria di cui la combinazione schematizzata è l'esponente.

Con ciò si ottiene, non soltanto una « storia delle cose » suscettibile di soddisfare il nostro bisogno di una spiegazione causale, ma anche una storia delle cose *sempre più concisa* (Principio di economia del Mach).

Anzi, la scelta dei concetti, da una parte, e quella, dall'altra, dei fenomeni elementari, sia sensibili che ipotetici, da cui ci si parte per procedere a questa « storia delle cose », è fatta appunto col criterio di rendere quest'ultima una « stenografia concettuale » la più brevemente riassuntiva possibile.¹

Ma per quanto la più concisa, la più economica, la più « stenografica » possibile, questa storia delle cose rappresenta tuttavia un processo di una complessità e di una vastità sempre più imponenti. Appunto perchè ci si parte da pochi o pochissimi fenomeni i più elementari possibili, sensibili o ipotetici, per poi, combinandoli fra loro mentalmente, risalire via via a produrre una quantità sempre più ingente dei più svariati fenomeni della natura, il processo stesso risulta di una congerie di esperienze tutte semplicemente pensate, si fraziona in infinite tappe o fasi da percorrersi l'una successivamente all'altra, e dà luogo a un intrecciarsi e un interferire continuo dei risultati dell'una combinazione con quelli delle altre. E l'« occhio della mente » deve tener dietro a tutte queste esperienze semplicemente pensate, « constatare » i rispettivi risultati che esse darebbero se effettivamente eseguite, passare dall'una fase all'altra del processo senza tuttavia perdere di vista nessuno dei risultati delle fasi precedenti, avere presenti, in certi istanti del processo, tutti questi risultati delle fasi anteriori, tutti constatati solo mentalmente, per ricombinarli alla loro volta fra loro.

Ben si comprende, quindi, come assolutamente impossibile sarebbe che tutto questo insieme sì complicato di fatti mentali potesse mai venire escogitato di getto e venire abbracciato d'un solo sguardo da un atto d'intuizione, per quanto potente esso fosse. Si comprende, invece, come tutto ciò debba richiedere un'attenzione o riflessione molto intensa e molto prolungata,

¹ Cfr. KARL PEARSON, *The Grammar of Science*, Second Edition, Black, London, 1910, pag. 332, 504.

in cui l'affettività primaria, mantenuta in sospenso dalla secondaria per tutto il tempo che dura il processo, possa appunto perseguire mentalmente tutte queste vicende successive delle cose, provare e riprovare le più svariate combinazioni per tentare di avvicinarsi alla produzione desiderata del fenomeno da « spiegarsi », evocare prontamente i risultati delle varie combinazioni immaginate, ravvivare e sostenere quelli che poi dovranno servire di nuovo, e connettere tutte queste diverse esperienze, successivamente pensate, in un solo ed unico processo di perseguimento. E come non meno necessaria debba essere l'opera incessante dell'affettività secondaria, che stia sempre all'erta per controllare se le diverse combinazioni immaginate sono realmente possibili, se i rispettivi risultati ad esse attribuiti sono proprio quelli giusti, se nell'intreccio delle combinazioni nessun fenomeno è stato dimenticato la cui ripercussione modificherebbe il risultato finale dell'insieme.¹

Ma l'attenzione o riflessione anche la più intensa e la più prolungata non potrebbe certo bastare, nella maggior parte dei casi, se tutto il processo dovesse avvenire solo mentalmente, senza essere mai sostenuto da qualche punto d'appoggio sensibile e persistente. Da ciò la necessità di escogitare e di ricorrere a *simboli grafici*, sempre più complicati, per avere sempre pronti dinanzi alla mente i risultati delle varie esperienze da eseguirsi solo mentalmente, per tenere fermi per così dire materialmente dinanzi alla mente stessa quelli già ottenuti dalle combinazioni mentali precedenti, per aiutare l'immaginazione nel rappresentarsi e nell'abbracciare d'un solo sguardo le combinazioni più complesse che siano da eseguirsi fra gli elementi iniziali o fra i risultati parziali già ottenuti, per costruire, insomma, *una rappresentazione tangibile schematica in cui venga come a proiettarsi il processo mentale a mano a mano che si svolge*.

Tutto ciò ha reso necessario, per la complessità sempre maggiore e l'applicazione sempre più estesa che è venuto via

¹ Cfr. EUGENIO RIGNANO, *Dell'attenzione*, Parte 2^a: *Vividità e connessione*, in « Scientia », Anno VI (1912), N. XXI-1, pag. 75-80 del testo italiano e pag. 82-87 del supplemento francese, e in « Archiv für die gesamte Psychologie », XXII Band, 2-3 Heft, pag. 305-311; e: *Che cos'è il ragionamento?*, in « Scientia », Anno VII (1913), N. XXVII-1, pag. 64-69 del testo italiano e pag. 51-57 del supplemento francese.

via acquistando il processo deduttivo nelle cosiddette « scienze esatte », un simbolismo sempre più complicato, che ha finito spesso col nascondere la vera e sostanziale natura del ragionamento, — di non essere che una serie di esperienze semplicemente pensate, — la quale, tuttavia, non per questo non è rimasta del tutto immutata anche sotto l'oscuro velame.

È quanto vedremo nel nostro prossimo studio, dedicato appunto alle forme superiori del ragionamento.

Milano.

EUGENIO RIGNANO

DAS INTERESSE AN DER PSYCHOANALYSE

ERSTER TEIL.

Das psychologische Interesse.

Die Psychoanalyse ist ein ärztliches Verfahren, welches die Heilung gewisser Formen von Nervosität (Neurosen) mittelst einer psychologischen Technik anstrebt. In einer kleinen, 1910 veröffentlichten Schrift habe ich die Entwicklung der Psychoanalyse aus dem *kathartischen* Verfahren von J. Breuer und ihre Beziehung zu den Lehren von Charcot und P. Janet dargestellt.¹

Als Beispiele der Krankheitsformen, welche der psychoanalytischen Therapie zugänglich sind, kann man die hysterischen Krämpfe und Hemmungserscheinungen sowie die mannigfaltigen Symptome der Zwangsneurose (Zwangsvorstellungen, Zwangshandlungen) nennen. Es sind durchwegs Zustände, welche gelegentlich eine spontane Heilung zeigen und in launenhafter, bisher nicht verstandener Weise dem persönlichen Einfluss des Arztes unterliegen. Bei den schwereren Formen der eigentlichen Geistesstörungen leistet die Psychoanalyse therapeutisch nichts. Aber sowohl bei Psychosen wie bei den Neurosen gestattet sie — zum ersten Male in der Geschichte der Medizin — einen Einblick in die Herkunft und in den Mechanismus dieser Erkrankungen zu gewinnen.

Diese ärztliche Bedeutung der Psychoanalyse würde in-

¹ *Über Psychoanalyse*, 2. Aufl., Wien, 1912. In englischer Sprache veröffentlicht im « American Journal of Psychology », April 1910, übersetzt ins Russische, Polnische, Ungarische und Holländische.

des den Versuch nicht rechtfertigen, sie einem Kreise von Gelehrten vorzustellen, die sich für die Synthese der Wissenschaften interessieren. Zumal da dies Unternehmen verfrüht erscheinen müsste, solange noch ein grosser Teil der Psychiater und Neurologen sich ablehnend gegen das neue Heilverfahren benimmt und die Voraussetzungen wie die Ergebnisse desselben verwirft. Wenn ich diesen Versuch dennoch als legitim erachte, so berufe ich mich darauf, dass die Psychoanalyse auch bei anderen als Psychiatern Interesse beansprucht, indem sie verschiedene andere Wissensgebiete streift und unerwartete Beziehungen zwischen diesen und der Pathologie des Seelenlebens herstellt.

Ich werde also jetzt das ärztliche Interesse an der Psychoanalyse bei Seite lassen, und was ich von dieser jungen Wissenschaft behauptet habe, an einer Reihe von Beispielen erläutern.

Es gibt eine grosse Anzahl von mimischen und sprachlichen Äusserungen sowie von Gedankenbildungen — bei normalen wie bei kranken Menschen —, welche bisher nicht Gegenstand der Psychologie gewesen sind, weil man in ihnen nichts anderes erblickte als Erfolge von organischer Störung oder abnormem Ausfall an Funktion des seelischen Apparates. Ich meine die Fehlleistungen (Versprechen, Verschreiben, Vergessen usw.), die Zufallshandlungen und die Träume bei normalen, die Krampfanfälle, Delirien, Visionen, Zwangsideen und Zwangshandlungen bei neurotischen Menschen. Man wies diese Phänomene — soweit sie nicht wie die Fehlleistungen überhaupt unbeachtet blieben — der Pathologie zu und bestrebte sich *physiologische* Erklärungen für sie zu geben, die nun in keinem Falle befriedigend geworden sind. Dagegen gelang es der Psychoanalyse zu erweisen, dass all diese Dinge durch Annahmen rein psychologischer Natur verständlich gemacht und in den Zusammenhang des uns bekannten psychischen Geschehens eingereiht werden können. So hat die Psychoanalyse einerseits die physiologische Denkweise eingeschränkt und anderseits ein grosses Stück der Pathologie für die Psychologie erobert. Die stärkere Beweiskraft kommt hier den normalen Phänomenen zu. Man kann der Psychoanalyse nicht vorwerfen, dass sie am pathologischen Material gewon-

nene Einsichten auf das normale überträgt. Sie führt die Beweise hier und dort unabhängig von einander und zeigt so, dass normale, wie sogenannte pathologische Vorgänge denselben Regeln folgen.

Von den normalen Phänomenen, die hier in Betracht kommen, d. h. von den am normalen Menschen zu beobachtenden, werde ich zweierlei ausführlicher behandeln, die Fehlleistungen und die Träume.

Die Fehlleistungen, also das Vergessen von sonst vertrauten Worten und Namen, von Vorsätzen, das Versprechen, Verlesen, Verschreiben, das Verlegen von Dingen, so dass sie unauffindbar werden, das Verlieren, gewisse Irrtümer gegen besseres Wissen, manche gewohnheitsmässige Gesten und Bewegungen — all dies, was ich als Fehlleistungen des gesunden und normalen Menschen zusammenfasse, — ist von der Psychologie im Ganzen wenig gewürdigt worden, wurde als « Zerstreutheit » klassifiziert, und von Ermüdung, Ablenkung der Aufmerksamkeit, von der Nebenwirkung gewisser leichter Krankheitszustände abgeleitet. Die analytische Untersuchung zeigt aber mit einer allen Ansprüchen genügenden Sicherheit, dass diese letztgenannten Momente bloss den Wert von Begünstigungen haben, die auch wegfallen können. Die Fehlleistungen sind vollgültige psychische Phänomene und haben jedesmal Sinn und Tendenz. Sie dienen bestimmten Absichten, die sich infolge der jeweiligen psychologischen Situation nicht anders zum Ausdruck bringen können. Diese Situationen sind in der Regel die eines psychischen Konflikts, durch welchen die unterliegende Tendenz vom direkten Ausdruck abgedrängt und auf indirekte Wege gewiesen wird. Das Individuum, welches die Fehlleistung begeht, kann sie bemerken oder übersehen; die ihr zu Grunde liegende unterdrückte Tendenz kann ihm wohl bekannt sein, aber es weiss für gewöhnlich nicht ohne Analyse, dass die betreffende Fehlhandlung das Werk dieser Tendenz ist. Die Analysen der Fehlhandlungen sind oft sehr leicht und rasch anzustellen. Wenn man auf den Missgriff aufmerksam geworden ist, bringt der nächste Einfall dessen Erklärung.

Fehlleistungen sind das bequemste Material für jeden, der sich von der Glaubwürdigkeit der analytischen Auffassungen überzeugen lassen will. In einem kleinen, zuerst 1904 veröffentlichten Buche habe ich eine grosse Anzahl solcher Bei-

spiele nebst ihrer Deutung mitgeteilt und habe diese Sammlung seither durch zahlreiche Beiträge anderer Beobachter bereichern können.¹

Als das häufigste Motiv zur Unterdrückung einer Absicht, welche dann genötigt ist, sich mit der Darstellung durch eine Fehlleistung zu begnügen, stellt sich die Vermeidung von Unlust heraus. So vergisst man hartnäckig Eigennamen, wenn man gegen die Träger derselben einen geheimen Groll hegt, man vergisst Vorsätze auszuführen, wenn man sie im Grunde genommen nur ungern ausgeführt hätte, z. B. nur um einer konventionellen Nötigung zu folgen. Man verliert Gegenstände, wenn man sich mit demjenigen verfeindet hat, an welchen dieser Gegenstand mahnt, von dem er z. B. geschenkt worden ist. Man irrt sich beim Einsteigen in einen Eisenbahnzug, wenn man diese Fahrt ungerne macht und lieber anderswo geblieben wäre. Am deutlichsten zeigt sich das Motiv der Vermeidung von Unlust beim Vergessen von Eindrücken und Erlebnissen, wie es bereits von mehreren Autoren vor der Zeit der Psychoanalyse bemerkt worden ist. Das Gedächtnis ist partiell und gerne bereit, alle jene Eindrücke von der Reproduktion auszuschliessen, an denen ein peinlicher Affekt haftet, wenngleich diese Tendenz nicht in allen Fällen zur Verwirklichung gelangen kann.

Andere Male ist die Analyse einer Fehlleistung minder einfach und führt zu weniger durchsichtigen Auflösungen infolge der Einmischung eines Vorganges, den wir als *Verschiebung* bezeichnen. Man vergisst z. B. auch den Namen einer Person, gegen die man nichts einzuwenden hat; aber die Analyse weist nach, dass dieser Name assoziativ die Erinnerung an eine andere Person mit gleichem oder ähnlich klingendem Namen geweckt hat, welche auf unsere Abneigung berechtigten Anspruch macht. Infolge dieses Zusammenhanges ist der Name der harmlosen Person vergessen worden; die Absicht zu vergessen hat sich gleichsam längs einer gewissen Assoziationsbahn verschoben.

Auch ist die Absicht, Unlust zu vermeiden, nicht die einzige, die sich durch Fehlleistungen verwirklicht. Die Analyse deckt in vielen Fällen andere Tendenzen auf, die in der be-

¹ Zur *Psychopathologie des Alltagslebens*, 4. Aufl., Berlin 1912. Dazu Arbeiten von Maeder, A. A. Brill, E. Jones, O. Rank u. a.

treffenden Situation unterdrückt worden sind und sich gleichsam aus dem Hintergrunde als Störungen äussern müssen. So dient das Versprechen häufig dem Verrat von Meinungen, die vor dem Partner geheim gehalten werden sollen. Die grossen Dichter haben Versprechungen in diesem Sinne verstanden und in ihren Werken gebraucht. Das Verlieren wertvoller Gegenstände erweist sich oft als Opferhandlung, um ein erwartetes Unheil abzuwenden, und manch anderer Aberglaube setzt sich bei den Gebildeten noch als Fehlleistung durch. Das Verlegen von Gegenständen ist gewöhnlich nichts anderes als eine Beseitigung derselben; Sachbeschädigungen werden anscheinend unabsichtlich vorgenommen, um zum Ersatz durch Besseres zu nötigen usw.

Die psychoanalytische Aufklärung der Fehlleistungen bringt immerhin einige leise Abänderungen des Weltbildes mit sich, so geringfügig die betrachteten Erscheinungen auch sein mögen. Wir finden auch den normalen Menschen weit häufiger von gegensätzlichen Tendenzen bewegt, als wir erwarten konnten. Die Anzahl der Ereignisse, die wir « zufällige » geheissen haben, erfährt eine erhebliche Einschränkung. Es ist fast ein Trost, dass das Verlieren von Gegenständen zumeist aus den Zufälligkeiten des Lebens ausscheidet; unsere Ungeschicklichkeit wird oft genug zum Deckmantel unserer geheimen Absichten. Bedeutungsvoller ist aber, dass viele schwere Unglücksfälle, die wir sonst ganz dem Zufall zugeschrieben hatten, in der Analyse den Anteil des eigenen, wenn auch nicht klar eingestandenen Willens enthüllen. Die in der Praxis oft so schwierige Unterscheidung der zufälligen Verunglückung vom absichtlich gesuchten Tod wird durch die analytische Betrachtung noch mehr zweifelhaft.

Verdankt die Aufklärung der Fehlleistungen ihren theoretischen Wert der Leichtigkeit der Lösung und der Häufigkeit des Vorkommens dieser Phänomene beim normalen Menschen, so steht dieser Erfolg der Psychoanalyse doch an Bedeutung weit hinter einem nächsten zurück, welcher an einem anderen Phänomen des Seelenlebens Gesunder gewonnen wurde. Ich meine die Deutung der Träume, mit welcher erst das Schicksal der Psychoanalyse, sich in einen Gegensatz zur offiziellen Wissenschaft zu stellen, seinen Anfang nimmt. Die medizinische Forschung erklärt den Traum für ein rein somatisches Phänomen ohne Sinn und Bedeutung, sieht in ihm

die Äusserung des in den Schlafzustand versunkenen Seelenorgans auf körperliche Reize, die ein partielles Erwachen erzwingen. Die Psychoanalyse erhebt den Traum zu einem psychischen Akt, der Sinn, Absicht und eine Stelle im Seelenleben des Individuums hat, und setzt sich dabei über die Fremdartigkeit, die Inkohärenz und die Absurdität des Traumes hinaus. Die körperlichen Reize spielen dabei nur die Rolle von Materialien, welche bei der Traumbildung verarbeitet werden. Zwischen diesen beiden Auffassungen des Traumes gibt es keine Vermittlung. Gegen die physiologische Auffassung spricht ihre Unfruchtbarkeit, für die psychoanalytische kann man geltend machen, dass sie mehrere Tausende von Träumen sinnvoll übersetzt und für die Kenntnis des intimen menschlichen Seelenlebens verwertet hat.

Ich habe das bedeutsame Thema der « Traumdeutung » in einem 1900 veröffentlichten Werke behandelt und die Befriedigung gehabt, dass fast alle Mitarbeiter an der Psychoanalyse die darin vertretenen Lehren durch ihre Beiträge bestätigt und gefördert haben.¹ In allgemeiner Übereinstimmung wird behauptet, dass die Traumdeutung der Grundstein der psychoanalytischen Arbeit ist, und dass ihre Ergebnisse den wichtigsten Beitrag der Psychoanalyse zur Psychologie darstellen.

Ich kann hier weder die Technik, durch welche man die Deutung des Traumes gewinnt, darlegen, noch die Resultate begründen, zu welchen die psychoanalytische Bearbeitung des Traumes geführt hat. Ich muss mich auf die Aufstellung einiger neuer Begriffe, die Mitteilung der Ergebnisse und die Hervorhebung ihrer Bedeutung für die Normalpsychologie beschränken.

Die Psychoanalyse lehrt also: Jeder Traum ist sinnvoll, seine Fremdartigkeit rührt von Entstellungen her, die an dem Ausdruck seines Sinnes vorgenommen worden sind, seine Absurdität ist absichtlich und drückt Hohn, Spott und Widerspruch aus, seine Inkohärenz ist für die Deutung gleichgültig. Der Traum, wie wir ihn nach dem Erwachen erinnern, soll *manifeste Trauminhalt* genannt werden. Durch die Deutungsarbeit an diesem wird man zu den *latenten Traumgedanken*

¹ *Die Traumdeutung*, 3. Aufl. 1911. Dazu die kleinere Schrift *Über den Traum*, 2. Aufl. 1911. Andere Publikationen von O. Rank, W. Stekel, E. Jones, H. Silberer, A. A. Brill, A. Maeder, K. Abraham, S. Ferenczi u. a.

geführt, welche sich hinter dem manifesten Inhalt verbergen und durch ihn vertreten lassen. Diese latenten Traumgedanken sind nicht mehr fremdartig, inkohärent oder absurd, es sind vollwertige Bestandteile unseres Wachdenkens. Den Prozess, welcher die latenten Traumgedanken in den manifesten Trauminhalt verwandelt hat, heissen wir die *Traumarbeit*; er bringt die Entstellung zu stande, in deren Folge wir die Traumgedanken im Trauminhalt nicht mehr erkennen.

Die Traumarbeit ist ein psychologischer Prozess, dessen gleichen in der Psychologie bisher nicht bekannt war. Sie nimmt unser Interesse nach zwei Hauptrichtungen in Anspruch. Erstens, indem sie neuartige Vorgänge wie die *Verdichtung* (von Vorstellungen) oder die *Verschiebung* (des psychischen Akzents von einer Vorstellung zur anderen) aufweist, die wir im Wachdenken überhaupt nicht oder nur als Grundlage sogenannter Denkfehler aufgefunden haben. Zweitens, indem sie uns gestattet, ein Kräftespiel im Seelenleben zu erraten, dessen Wirksamkeit unserer bewussten Wahrnehmung verborgen war. Wir erfahren, dass es eine *Zensur*, eine prüfende Instanz in uns gibt, welche darüber entscheidet, ob eine auftauchende Vorstellung zum Bewusstsein gelangen darf, und unerbittlich ausschliesst, soweit ihre Macht reicht, was Unlust erzeugen oder wiedererwecken könnte. Wir erinnern uns hier, dass wir sowohl von dieser Tendenz, Unlust bei der Erinnerung zu vermeiden, als auch von den Konflikten zwischen den Tendenzen des Seelenlebens Andeutungen bei der Analyse der Fehlleistungen gewonnen haben.

Das Studium der Traumarbeit drängt uns als unabweisbar eine Auffassung des Seelenlebens auf, welche die bestrittensten Fragen der Psychologie zu entscheiden scheint. Die Traumarbeit zwingt uns, eine *unbewusste* psychische Tätigkeit anzunehmen, welche umfassender und bedeutsamer ist als die uns bekannte mit Bewusstsein verbundene (Darüber einige Worte mehr bei der Erörterung des philosophischen Interesses an der Psychoanalyse). Sie gestattet uns, eine Gliederung des psychischen Apparates in verschiedene Instanzen oder Systeme vorzunehmen, und zeigt, dass in dem System der unbewussten Seelentätigkeit Prozesse von ganz anderer Art ablaufen als im Bewusstsein wahrgenommen werden.

Die Funktion der Traumarbeit ist immer nur die, den Schlaf zu erhalten. « Der Traum ist der Hüter des Schlafes ».

Die Traumgedanken selbst mögen im Dienste der verschiedensten seelischen Funktionen stehen. Die Traumarbeit erfüllt ihre Aufgabe, indem sie einen aus den Traumgedanken sich erhebenden *Wunsch* auf halluzinatorischem Wege als erfüllt darstellt.

Man darf es wohl aussprechen, dass das psychoanalytische Studium der Träume den ersten Einblick in eine bisher nicht geahnte *Tiefenpsychologie* eröffnet hat.¹ Es werden grundstürzende Abänderungen der Normalpsychologie erforderlich sein, um sie in Einklang mit diesen neuen Einsichten zu bringen.

Es ist ganz unmöglich, im Rahmen dieser Darstellung das psychologische Interesse an der Traumdeutung zu erschöpfen. Vergessen wir nicht, dass wir nur hervorzuheben beabsichtigten, der Traum sei *sinnvoll* und sei ein *Objekt der Psychologie*, und setzen wir mit den Neuerwerbungen für die Psychologie auf pathologischem Gebiete fort.

Die aus Traum und Fehlleistungen erschlossenen psychologischen Neuheiten müssen noch zur Aufklärung anderer Phänomene brauchbar werden, wenn wir an ihren Wert, ja auch nur an ihre Existenz glauben sollen. Und nun hat die Psychoanalyse wirklich gezeigt, dass die Annahmen der unbewussten Seelentätigkeit, der Zensur und der Verdrängung, der Entstellung und Ersatzbildung, welche wir durch die Analyse jener normalen Phänomene gewonnen haben, uns auch das erste Verständnis einer Reihe von pathologischen Phänomenen ermöglichen, uns sozusagen die Schlüssel zu allen Rätseln der Neurosenpsychologie in die Hände spielen. Der Traum wird so zum Normalvorbild aller psychopathologischen Bildungen. Wer den Traum versteht, kann auch den psychischen Mechanismus der Neurosen und Psychosen durchschauen.

Die Psychoanalyse ist durch ihre vom Traum ausgehende Untersuchungen in den Stand gesetzt worden, eine Neurosenpsychologie aufzubauen, zu welcher in stetig fortgesetzter Arbeit Stück um Stück hinzugefügt wird. Doch erfordert das psychologische Interesse, welchem wir hier folgen, nicht mehr, als dass wir zwei Bestandteile dieses grossen Zusammenhanges ausführlicher behandeln: Den Nachweis, dass viele Phä-

¹ Eine Beziehung dieser psychischen Topik auf anatomische Lagerung oder histologische Schichtung wird von der Psychoanalyse derzeit zurückgewiesen.

nomene der Pathologie, die man glaubte physiologisch erklären zu müssen, psychische Akte sind, und dass die Prozesse, welche die abnormen Ergebnisse liefern, auf psychische Triebkräfte zurückgeführt werden können.

Ich will die erste Behauptung durch einige Beispiele erläutern: Die hysterischen Anfälle sind längst als Zeichen gesteigerter emotiver Erregung erkannt und den Affektausbrüchen gleichgestellt worden. Charcot versuchte die Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinungsformen in deskriptive Formeln zu bannen; P. Janet erkannte die unbewusste Vorstellung, die hinter diesen Anfällen wirkt; die Psychoanalyse hat dargestellt, dass sie mimische Darstellungen von erlebten und gedichteten Szenen sind, welche die Phantasie der Kranken beschäftigen, ohne ihnen bewusst zu werden. Durch Verdichtungen und Entstellungen der dargestellten Aktionen werden diese Pantomimen für den Zuschauer undurchsichtig gemacht. Unter dieselben Gesichtspunkte fallen aber auch alle anderen sog. Dauersymptome der hysterischen Kranken. Es sind durchwegs mimische oder halluzinatorische Darstellungen von Phantasien, welche deren Gefühlsleben unbewusst beherrschen und eine Erfüllung ihrer geheimen verdrängten Wünsche bedeuten. Der qualvolle Charakter dieser Symptome rührt von dem inneren Konflikt her, in welchen das Seelenleben dieser Kranken durch die Notwendigkeit der Bekämpfung solcher unbewusster Wunschregungen versetzt wird.

Bei einer anderen neurotischen Affektion, der Zwangsneurose, verfallen die Kranken einem peinlich gehandhabten, anscheinend sinnlosen Zeremoniell, das sich in der Wiederholung und Rhythmierung der gleichgültigsten Handlungen wie Waschen, Ankleiden, oder in der Ausführung unsinniger Vorschriften, in der Einhaltung rätselhafter Verbote äussert. Es war geradezu ein Triumph der psychoanalytischen Arbeit, als es ihr gelang nachzuweisen, wie sinnvoll all diese Zwangshandlungen sind, selbst die unscheinbarsten und geringfügigsten unter ihnen, wie sie die Konflikte des Lebens, den Kampf zwischen Versuchungen und moralischen Hemmungen, den verfehnten Wunsch selbst und die Strafen und Bussen dafür am indifferenten Material widerspiegeln. Bei einer andern Form derselben Krankheit leiden die Betroffenen an peinigenen Vorstellungen — Zwangsideen —, deren Inhalt sich ihnen gebieterisch aufdrängt, von Affekten begleitet, die in Art und

Intensität durch den Wortlaut der Zwangsideen selbst oft nur sehr wenig erklärt werden. Die analytische Untersuchung hat hier gezeigt, dass die Affekte voll berechtigt sind, indem sie Vorwürfen entsprechen, denen wenigstens eine *psychische Realität* zu Grunde liegt. Die an diese Affekte gehängten Vorstellungen sind aber nicht mehr die ursprünglichen, sondern durch Verschiebung (Ersetzung, Substitution) von etwas Verdrängtem in diese Verknüpfung geraten. Die Reduktion (das Rückgängigmachen) dieser Verschiebungen bahnt den Weg zur Erkenntnis der verdrängten Ideen und lässt die Verknüpfung von Affekt und Vorstellung als durchaus angemessen erscheinen.

Bei einer andern neurotischen Affektion, der eigentlich unheilbaren *Dementia praecox* (Paraphrenie, Schizophrenie), welche in ihren schlimmsten Ausgängen die Kranken völlig teilnamlos erscheinen lässt, erübrigen oft als einzige Aktionen gewisse gleichförmig wiederholte Bewegungen und Gesten, die als Stereotypien bezeichnet worden sind. Die analytische Untersuchung solcher Reste (durch C. G. Jung) hat sie als Überbleibsel von sinnvollen mimischen Akten erkennen lassen, in denen sich einst die das Individuum beherrschenden Wunschregungen Ausdruck verschafften. Die tollsten Reden und sonderbarsten Stellungen und Haltungen dieser Kranken haben ein Verständnis und die Einreihung in den Zusammenhang des Seelenlebens gestattet, seitdem man mit psychoanalytischen Voraussetzungen an sie herangetreten ist.

Ganz ähnliches gilt für die Delirien und Halluzinationen und für die Wahnsysteme verschiedener Geisteskranker. Überall, wo bisher nur die bizarrste Laune zu walten schien, hat die psychoanalytische Arbeit Gesetz, Ordnung und Zusammenhang aufgezeigt oder wenigstens ahnen lassen, insofern diese Arbeit noch unvollendet ist. Die verschiedenartigen psychischen Erkrankungsformen erkennt man aber als Ausgänge von Prozessen, welche im Grunde identisch sind, und die sich mit psychologischen Begriffen erfassen und beschreiben lassen. Überall sind der schon bei der Traumbildung aufgedeckte *psychische Konflikt* im Spiele, die *Verdrängung* gewisser Triebregungen, die von anderen Seelenkräften ins Unbewusste zurückgewiesen werden, die *Reaktionsbildungen* der verdrängenden Kräfte und die *Ersatzbildungen* der verdrängten, aber ihrer Energie nicht völlig beraubten Triebe.

Überall äussern sich bei diesen Vorgängen die vom Traum her bekannten Prozesse der *Verdichtung* und *Verschiebung*. Die Mannigfaltigkeit der in der psychiatrischen Klinik beobachteten Krankheitsformen hängt von zwei anderen Mannigfaltigkeiten ab: von der Vielheit der psychischen Mechanismen, welche der Verdrängungsarbeit zu Gebote stehen, und von der Vielheit der entwicklungsgeschichtlichen Dispositionen, welche den verdrängten Regungen den Durchbruch zu Ersatzbildungen ermöglichen.

Die gute Hälfte der psychiatrischen Aufgabe wird von der Psychoanalyse zur Erledigung an die Psychologie gewiesen. Doch wäre es ein arger Irrtum, wollte man annehmen, dass die Analyse eine rein psychologische Auffassung der Seelenstörungen anstrebt oder befürwortet. Sie kann nicht verkennen, dass die andere Hälfte der psychiatrischen Arbeit den Einfluss organischer Faktoren (mechanischer, toxischer, infektiöser) auf den seelischen Apparat zum Inhalt hat. In der Ätiologie der Seelenstörungen nimmt sie nicht einmal für die mildesten derselben, für die Neurosen, einen rein psychogenen Ursprung in Anspruch, sondern sucht deren Verursachung in der Beeinflussung des Seelenlebens durch ein später zu erwähnendes, unzweifelhaft organisches Moment.

Die detaillierten Ergebnisse der Psychoanalyse, welche für die allgemeine Psychologie bedeutsam werden müssen, sind allzu zahlreich, als dass ich sie hier anführen könnte. Ich will nur noch zwei Punkte mit einer Erwähnung streifen: Die unzweideutige Art, wie die Psychoanalyse das Primat im Seelenleben für die Affektvorgänge in Anspruch nimmt, und den Nachweis eines ungeahnten Ausmasses von affektiver Störung und Verblendung des Intellekts bei den normalen nicht anders als bei kranken Menschen.

Wien, Universität.

SIGM. FREUD

WAS IST SANSKRIT?

I.

Bei den Lesern dieser Zeitschrift darf als bekannt vorausgesetzt werden, dass man unter Sanskrit das Altindische versteht, wie es in der höheren Literatur Indiens gebraucht wurde und noch gebraucht wird, und ferner dass das Altindische die Sprache der arischen Inder war, d. h. des in vorhistorischer Zeit in Indien eingewanderten Zweiges der Indogermanen. Darum handelt es sich also nicht bei der in der Überschrift gestellten Frage: was ist Sanskrit?, sondern um seine Bedeutung und Stellung in der indischen Kulturentwicklung. Wie nämlich die chinesische Schrift das mächtigste Mittel war, um die Einheit der chinesischen Kulturwelt zu bewirken und zu bewahren, so ist es das Sanskrit für die indische. Jedoch ist dabei ein wichtiger Unterschied. Die chinesische Schrift ist eine Zeichenschrift, sie besteht aus Ideogrammen und ist daher in hohem Grade unabhängig von der Lautgestalt der Wörter, deren zeitlichen Veränderungen und dialektischen Verschiedenheiten; dagegen ist das Sanskrit eine wirkliche Sprache, in der die Lautform der Wörter, ja selbst die Aussprache seit mehreren Jahrtausenden, abgesehen von der Betonung, sich nicht wesentlich geändert hat. Allerdings hat das Altindische innerhalb dieser langen Zeit mancherlei Zuwachs und Abgang in seinem Wortschatz, zum Teil auch in seinem Formenvorrat erfahren, nicht aber in seinem ganzen Habitus; daher wir nicht im Zweifel sein können, dass wir es immer nur mit ein und derselben indischen Hochsprache auf derselben Stufe der Entwicklung zu tun haben, ebenso wie die

Sprache des Zwölftafelgesetzes, des Plautus, des Livius, des Augustin, des Thomas Aquinas, etc. auch nur ebenso viele Phasen ein und derselben lateinischen Sprache sind. Wie konnte sich das Sanskrit so unverändert im Wechsel der Zeiten erhalten?

Wir können den Vergleich des Altindischen mit dem Latein noch weiter verfolgen. Wie nämlich das Latein in der ersten Zeit noch in rascher Entwicklung begriffen ist und dann in der klassischen Zeit seine vollendete Form erhält, sodass seine Grammatik für alle Folgezeit feststeht und Neubildungen grammatischer Formen ausgeschlossen sind: ähnlich verhält es sich mit dem Altindischen, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Entwicklung im Lateinischen hauptsächlich auf dem Gebiete der Lautlehre, im Altindischen dagegen auf dem der Formenlehre und des Wörterbuches liegt. Das älteste Sprachdenkmal Indiens, der R̥gveda, weist noch eine überraschende Fülle von grammatischen Formen auf. Aber schon das nächstälteste Denkmal, der Atharvaveda, zeigt in dieser Beziehung einen beträchtlichen Rückgang. Und die Ritualwerke, die Brāhmaṇas, die ebenfalls zur Offenbarung gehören, nähern sich schon ganz dem klassischen Sanskrit. Dieses wurde nämlich durch die Tätigkeit der indischen Grammatiker, die im 2 Jhd. v. Chr. ihren Abschluss fand, fixiert. So entstand eine künstliche Spracheinheit; und für die ganze spätere Zeit war die Sprachrichtigkeit durch die Grammatik festgesetzt und bald nur mehr durch Studium der Grammatik zu erreichen. Das besagt auch schon der Name Saṃskṛta, der auf die von den Grammatikern gelehrt Operationen zur Bildung der Wörter (*saṃskāra*) Bezug nimmt. Die Geschichte des klassischen Sanskrit besteht also nicht in seiner sprachlichen Entwicklung, die ja schon abgeschlossen war, sondern im Wandel seiner Stellung, die es im Verlaufe zweier Jahrtausende im geistigen Leben Indiens einnahm. Ehe wir aber darauf näher eingehen, müssen wir noch einen Blick auf die neben dem Sanskrit einhergehende natürliche Sprachentwicklung werfen.

Während sich also das Altindische uns als wesentlich eine Sprache darstellt, verhält es sich mit dem Mittelindischen durchaus anders. Dieses repräsentiert eine jüngere Sprachentwicklung, etwa wie die romanischen Sprachen gegenüber dem Latein, und es ist ebenso in viele Dialekte oder einander nahestehenden Sprachen gespalten, die alle im Gegensatz zum

Sanskrit mit dem Namen Prakrit belegt werden. Es waren das ursprünglich die nach Ort und Zeit verschiedenen Volkssprachen, von denen aber einige, wie Pāli, Jainaparakrit, Māhārāṣṭrī, zu Literatursprachen vervollkommen worden sind. Wir lernen das Mittelindische zuerst kennen aus den ältesten uns überhaupt bekannten Inschriften, denen des Kaisers Aśoka um die Mitte des dritten vorchristlichen Jahrhunderts. Damals schon war, vom rein linguistischen Standpunkt aus betrachtet, der Abstand des Prakrit vom Sanskrit kaum geringer als der zwischen Italienisch und Latein. Bei diesem Vergleich darf man aber nicht vergessen, dass die Lateiner und Italiener zwei verschiedenen Kulturperioden angehören, die Sanskrit und Prakrit Redenden aber ein und derselben.

Etwa anderthalb Jahrtausende nach dem angegebenen Zeitpunkt geht aus dem Mittelindischen das Neuindische hervor, also eine dritte Stufe der indischen Sprachentwicklung, zu der die europäischen Sprachen kein Analogon bieten, da diese bis jetzt erst auf derjenigen Stufe angelangt sind, welche in Indien durch das Prakrit repräsentiert wird. Das Neuindische hat sich in viele Dialekte und Sprachen gespalten, wie Hindi, Bengali, Panjabi, Guzerati, Marāṭhī, etc., von denen einige bald früher bald später von dem 12^{ten} Jahrhundert an zu Literatursprachen erhoben worden sind.

Aber das Sanskrit hat nicht nur diesen seinen Tochter- und Enkelsprachen gegenüber seine Stellung als eigentliche Hochsprache behauptet, sondern auch gegenüber den gänzlich unverwandten Sprachen der Autochthonen, welche die arischen Inder (das Sanskritvolk) bei ihrer vorhistorischen Einwanderung in Indien vorfanden, teils unterwarfen and assimilierten, teils in ferne Landesteile zurückdrängten. In kompakten Massen füllen sie die südliche Hälfte der eigentlichen Halbinsel aus (c. 56 Millionen); es sind die Draviden, in Rasse und Sprache von den arischen Indern wohl unterschieden. Doch der brahmanischen Kultur konnten sie sich auf die Dauer nicht entziehen; denn wie überall im arischen Indien so haben sich auch in den dravidischen Landen allenthalben brahmanische Familien seit frühen Zeiten angesiedelt, und sind die Träger und Verbreiter der gemeinsamen brahmanischen Kultur geworden. Indien bildet nachweisbar seit dem dritten Jahrhundert v. Chr., wahrscheinlich aber schon viel früher, in kultureller Hinsicht, soweit die Zivilisation überhaupt vorgedrungen

war, eine Einheit. Jemehr der Unterschied der Stämme hervortrat und die Sprachverschiedenheiten gegenseitiges Verständnis unter denselben erschwerte oder verhinderte, um so grössere Bedeutung erlangte das einigende Band: die brahmanische Kultur. Diese aber hatte ihren autoritativen Ausdruck in der Sanskritliteratur, der heiligen und weltlichen, gefunden; infolgedessen war das Sanskrit zur indischen Hochsprache geworden, soweit sich die brahmanische Kultur Ansehen und Anerkennung verschafft hatte. Der Bestand der brahmanischen Kultur bedingte daher zu allen Zeiten Kenntnis des Sanskrit und zwar nicht nur um die alten Werke verstehen, sondern auch um neue in Sanskrit abfassen zu können. — Wir wollen nun darlegen, welche Dimensionen die Kenntnis und der Gebrauch des Sanskrit in den verschiedenen Perioden der Geschichte hatte, und beginnen mit der Neuzeit.

II.

Aus dem, was oben über den Abstand der jetzigen Volkssprache vom Sanskrit gesagt worden ist, ergibt sich, dass letzteres schon seit vielen Jahrhunderten schulmässig wie eine fremde Sprache erlernt werden musste. Allerdings kommt es dabei dem jungen Inder namentlich aus gebildeten Kreisen zu Gute, dass er einen nicht unbeträchtlichen Sanskritwortschatz schon mitbringt; denn die Sprache der Gebildeten ist ganz mit Lehnwörtern aus dem Sanskrit durchsetzt. Bei der Mehrzahl derjenigen, welche jetzt das Sanskrit in Highschools und Colleges erlernen, wird die Kenntnis desselben nicht viel weiter gehn als ehemals die des Lateinischen unserer Gymnasial-Abiturienten. Wer aber Sanskrit nach der einheimischen Methode, die vor der Einführung des angloindischen Unterrichtswesens allenthalben ausgeübt wurde, erlernt hat, der erlangt eine viel intensivere Vertrautheit mit demselben; es gibt seinem Denken einen *character indelebilis*. Der Unterricht, oder vielmehr das Abrichten, begann im zarten Kindesalter und stellte an das Gedächtnis Anforderungen, denen nur ein durch nichts anderes in Anspruch genommener jugendlicher Geist gerecht werden kann. Es sei nur erwähnt, dass zu dem üblichen Kursus gehörte, ein Synonymen-Wörterbuch in Sanskrit auswendig zu lernen; dass der Knabe so viele Tausende von Sanskritvokabeln in seinem Gedächtnis aufspeicherte, ist nur

eins; kaum weniger bedeutsam ist folgendes. Ein solches Synonymen-Wörterbuch, wie es vor vielen Jahrhunderten, zur Zeit der noch unbestrittenen Alleinherrschaft der altindischen Kultur abgefasst wurde, ist gewissermassen ein wohlgeordnetes Inventar der letzteren; diese wird also schon dem Knaben übermittelt und gibt ihm das traditionelle Bild der Welt, ehe er sie wirklich kennen gelernt hat. Mit dem Sanskrit-Wortschatz empfängt er auch die Vorstellungswelt des alten Indiens. Wenn er dann an die Lektüre von Schriftstellern geht, tritt er in eine ihm schon bekannte Welt ein. Nun bedienen sich die meisten Lehrer auch bei der Interpretation der Schriftsteller des Sanskrit; und so kommt es, dass die Schüler selbst bald beginnen, mehr oder wenig richtig, meist aber mit grosser Geläufigkeit, Sanskrit zu sprechen. Aber die Beherrschung der Sprache und die Lektüre der klassischen Dichter ist nicht das eigentliche Ziel und gilt auch nur als ein geringer Grad von Gelehrsamkeit; es ist nur die Vorbedingung für das Studium der indischen Wissenschaften, die, wie oben angedeutet, ebenfalls in Sanskritwerken niedergelegt sind. Einer, der solche Studien betrieben hat, gilt als Gelehrter und wird Pandit genannt. Es gab und gibt deren von allen Graden: solche die kaum Sanskrit zu radebrechen vermögen und durch reichliches Zitieren von Sanskritsprüchen ihrer Unterhaltung einen gelehrten Anstrich zu geben wissen, bis zu solchen, welche die altindische Bildung in ihrem ganzen Umfang beherrschen. Viele haben einzelne Disziplinen gründlich studiert und können über Thesen aus denselben disputieren, andere streben nach Dichterruhm und machen nicht üble Sanskritgedichte, selbst aus dem Stegreif. Über Leben und Treiben solcher Pandits gibt uns eine interessante Schilderung Bühlers Aufschluss, die er 1875 niederschrieb (*Vikramānkadevacharita*, Introduction, p. 17):

« Auch heutzutage noch kann man wandernde Dichter und Pandits überall in Indien antreffen. Ich selbst habe Besuche von solchen Männern empfangen, die vom Punjab und von Oude kamen. Sie hatten der Reihe nach die kleinen Fürstenhöfe in Nordindien und Rajputana besucht, wo sie Disputationen hielten, ihre Gelehrsamkeit dokumentierten und sich im Stegreifdichten produzierten zur Kurzweil solcher Fürsten, die sich für die alte Sprache und Weisheit ihres Landes interessierten. Wo es ihnen gelungen war, einen günstigen

Eindruck zu machen und eine Unterstützung zu erlangen, hatten sie sich längere Zeit aufgehalten, bis endlich ihre Gönner ihrer überdrüssig wurden, oder die Ränke der einheimischen Pandits sie um deren Gunst gebracht hatten. Denn auch das kleinste Fürstentümchen hat seine Pandits, die einen erblichen Rechtsanspruch an die Freigebigkeit des Rājā haben und eifersüchtig darüber wachen, dass ihnen kein Fremder ins Gehege kommt. Wenn es einem Fremden gelingt, sich in die Gunst des Fürsten über die allen fremden Gelehrten gewährte Unterstützung (Dakṣiṇā) hinaus einzudrängen, so setzen sie alle Hebel in Bewegung, um den Eindringling zu vertreiben, und ich habe manche bittere Klage wandernder Pandits über solche Kollegen hören müssen, welche im Genuss erblicher Einkünfte standen ».

Bildung und Gelehrsamkeit sind aber nicht die einzigen Faktoren, welche Kenntnis und Gebrauch des Sanskrit lebendig erhalten: die Religion ist ein mindestens ebenso mächtiger Faktor. Denn auch die religiöse Literatur orthodoxer und heterodoxer Religionsgemeinschaften ist grösstenteils in Sanskrit abgefasst. In den Tempeln und bei Festen werden Sanskrittexte wie Mahābhārata und Purāṇas noch jetzt vorgelesen, und die Menge hört andächtig zu, ohne den Sinn zu verstehen, gerade wie bei uns eine barmherzige Schwester oder ein frommer Bruder wohl ein lateinisches Gebetbuch benutzt, ohne Latein zu können. Die heilige Sprache an sich flösst schon dem frommen Gemüte Andacht ein. Endlich sei noch bemerkt, dass die tägliche Rezitation gewisser vedischer Texte religiöse Pflicht jedes Ariers ist, wenn sie auch nur von konservativeren Brahmanen in ihrer ganzen Strenge und Ausdehnung noch beobachtet wird.

Aus dem Mitgeteilten ergibt sich, dass die Kenntnis des Sanskrit eine notwendige Voraussetzung der indischen Kultur ist und also auch mit dem Rückgang der letzteren selbst zurückgehn musste. In der Neuzeit, wo abendländische Ideen in stets wachsendem Maasse durch die mannigfaltigsten Kanäle in Indien eindringen, wo Kenntnis des Englischen für viele, nicht bloss amtliche, Berufe des öffentlichen und Erwerbslebens nötig oder wenigstens nützlich ist, läuft die altindische Kultur Gefahr, mehr und mehr zu antiquieren, und in gleichem Maasse büsst auch das Sanskrit von seiner früheren Anziehungskraft ein.

Vor der Britischen Herrschaft hatte die Ausbreitung des Islam in grossen Teilen des Landes, namentlich in ganz Nordindien, der Alleingeltung der altindischen Kultur ein Ende bereitet, aber sie doch nicht ihres Einflusses auf die nicht mohammedanische Bevölkerung berauben können. Während und nach der Zeit, in welcher der Islam in Indien sich ausbreitete, sind noch ungemein viele Werke der verschiedensten Art in Sanskrit geschrieben worden. Wenn auch damals die literarische Tätigkeit in den Volkssprachen sich kräftig zu regen begann, so blieben diese doch mehr ein Ausdrucksmittel für volkstümliche Gegenstände, namentlich für religiöse Poesie, und waren jede auf ihr Heimatsgebiet beschränkt. Die höhere geistige Bildung fuhr fort als Gemeingut von ganz Indien zu gelten und fand vor wie nach ihren allein möglichen Ausdruck in der gemeinsamen Hochsprache Indiens, in dem Sanskrit.

Vor den Eroberungen der Mohammedaner aber war die indische Kultur in unbestrittenem Besitz der Alleinherrschaft in ganz Indien. Ähnlich wie in der oben mitgeteilten Schilderung Bühlers waren damals die zahlreichen Höfe der Fürsten und Grossen Zentren der höheren Bildung, aber in ungleich ausgedehnterem Maasse, und die einheimischen Kulte blühten noch ohne fremde Gegner, ohne Nebenbuhler. Somit waren auch die Lebensbedingungen des Sanskrit noch ungeschmälert, während ihm als indischer Hochsprache unter der Herrschaft des Islam das Neupersische als die Hochsprache der Regierenden namentlich an den Fürstenhöfen erfolgreiche Konkurrenz gemacht hatte. Die einzige Hochsprache Indiens war vordem Sanskrit. Und wenn auch ihr eigentlicher Rechtstitel darin bestand, dass sie das gegebene Ausdrucksmittel des ganzen höheren geistigen Lebens war, so musste doch noch ein anderer Umstand sehr zu ihrer Verbreitung beitragen. Überall nämlich, wo neben der Umgangssprache noch eine edlere Sprache besteht, haben von je die höheren Stände die Neigung gehabt, sich der vornehmeren Sprache zu bedienen, um schon dadurch ihre Stellung über der Masse des Volkes zum Ausdruck zu bringen. In Indien wird es nicht anders mit dem Sanskrit gewesen sein.

Versuchen wir nun, an der Hand von Zeugnissen uns über den Umfang zu unterrichten, in dem das Sanskrit im ersten Jahrtausend unserer Zeitrechnung gebraucht worden

ist. Kurz vor der Zeit, in der die Mohammedaner die Macht an sich rissen, waren drei Sprachen in Gebrauch: 1. die je nach dem Lande verschiedene Volkssprache, die aber noch nicht literaturfähig geworden war; 2. das auch schon als literarische Sprache erstarrte Prakrit, in dem die für nicht eigentlich gelehrte Kreise bestimmte Literatur abgefasst war; und 3. das Sanskrit als allgemein indische Hochsprache.

In der zweiten Hälfte des elften Jahrhunderts rühmt der Dichter Bilhana von der Hauptstadt seines Heimatlandes Kashmir, dass in jedem Hause sogar die Frauen Sanskrit und Prakrit wie die Landessprache redeten. Das mag eine starke dichterische Übertreibung sein; aber soviel darf man doch daraus entnehmen, dass damals die Kenntnis des Sanskrit selbst bei manchen Frauen anzutreffen war. — Ein anderes Zeugnis datiert aus dem Jahre 906 n. Chr. und ist von um so grösserem Gewicht, als der Gewährsmann, Siddharsi, einer nicht brahmanischen Sekte, der der Jainas, angehörte; seine Aussage gilt also nicht von brahmanischen Kreisen, in denen die Pflege des Sanskrit ja gewissermassen offiziell war. Siddharsi hat ein grosses allegorisches Werk geschrieben, das sich Bunyan's Pilgrim's Progress vergleichen lässt und wie dieses der Propaganda der « wahren » Religion dienen sollte. In der Einleitung begründet er, weshalb er es in Sanskrit abgefasst habe, und sagt, dass die auf ihre Bildung Eingebildeten nur das Sanskrit gelten lassen wollten, während die Übrigen Prakrit bevorzugten. Um aber auch erstere zu gewinnen, wolle er ein nicht pretensiöses Sanskrit schreiben, das beiden verständlich wäre. Sein Sanskrit ist denn auch leicht und flüssig, im ganzen korrekt, aber nicht frei von zahlreichen Vulgarismen verschiedener Art. Das Buch war bestimmt öffentlich vorgelesen zu werden, setzt daher eine gemischte Zuhörerschaft voraus; eine solche konnte also damals, im 10. Jhd., ein nicht zu künstliches Sanskrit ohne Schwierigkeit verstehen. Ein Poetiker des 7. oder 8 Jhd., Bhāmaha, (II 3) verlangt von Sanskritgedichten, denen der Charakter der Klarheit zukommen soll, dass auch Ungelehrte, Frauen und Kinder sie verstünden. Zu seiner Zeit war also Kenntnis des Sanskrit selbst bei Frauen und Kindern, doch wohl der Gebildeten, noch in weitem Umfang anzutreffen.

Der mündliche Gebrauch des Sanskrit ergibt sich namentlich aus den seit alters üblichen Disputationen. Von einem

Gelehrten erwartete man, dass er in öffentlicher Disputation seine Ansichten zu verteidigen oder die des Gegners zu widerlegen vermöchte. Die Corona wird in den meisten Fällen aus Gelehrten bestanden haben. Wir wissen aber auch von Disputationen über religiöse Gegenstände, die sogar besonders beliebt waren, und bei solchen müssen wir ein gemischtes Publikum annehmen, das aber trotzdem der in Sanskrit geführten Diskussion folgen konnte. In noch höherem Grade gilt dies von den Disputationen der Ärzte, über die wir durch ein aus den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung stammendes medizinisches Werk (*Caraka*, III, 8) genauer unterrichtet werden.

Die angeführten Zeugnisse zeigen uns, dass im ersten Jahrtausend unserer Zeitrechnung das Sanskrit von den Vertretern der Wissenschaft gesprochen und von den Gebildeten wenigstens verstanden wurde. Wichtiger aber ist, was wir über den Gebrauch des Sanskrit aus den Dramen lernen. In den indischen Dramen reden nämlich die höchststehenden Männer: Fürsten, Minister, Generäle, vornehme Brahmanen, etc., Sanskrit, die Übrigen und die Frauen, mit wenigen Ausnahmen, Prakrit. Der Dialog zwischen diesen beiden Schichten ist also zweisprachig. Daraus ersieht man, dass auch diejenigen, welche selbst nicht Sanskrit sprachen, es dennoch verstanden, wenn es zu ihnen gesprochen wurde. Zweisprachigkeit in demselben Volke oder Stamme findet sich ja auch anderswo, wie bei den Karaïben, bei denen die Männer karaïbisch, die Weiber arowakisch sprechen, oder bei den Javanen, bei denen der Höhere zum Niedrigeren Ngoko, der Niedrige zum Höheren Kromo redet. Im beschränkten Masse findet sich ähnliches auch noch heutzutage in Indien. Ein hochgebildeter Brahmane gebraucht eine so grosse Anzahl sanskritischer Lehnwörter, dass ihn ein ganz Ungebildeter, der dieselbe Mundart spricht, nicht verstehen würde. Aber in seinem Hause wird er auch von den Frauen verstanden, wenn schon diese statt der Sanskritwörter mundartliche gebrauchen. In der alten Zeit war die Sprachverschiedenheit zwischen den mit einander Redenden bedeutend grösser, sie betraf nicht nur den Wortschatz, sondern den ganzen Habitus der Sprache. Doch ist anderseits mit Recht betont worden, dass die Verschiedenheit zwischen dem Sanskritwort und dem ihm entsprechenden Prakritwort nicht derart ist, dass bei einiger Übung der Prakrit Redende den

Sanskrit Redenden nicht hätte verstehen sollen, etwa wie der Hochdeutsche bald zum Verständnis des Plattdeutschen gelangt. Dass es zu dem gegenseitigen Verstehen der Prakrit- und der Sanskrit Redenden einiger Übung bedurfte, wird diesen selbst gar nicht sonderlich zum Bewusstsein gelangt sein, da für Jeden, der zu den besseren Ständen gehörte, die Doppelsprachigkeit etwas war, an das er sich von Jugend an gewöhnt hatte. Wer aber mit den Kreisen, in denen diese Doppelsprachigkeit obwaltete, nicht in Berührung stand, wird das Sanskrit schwerlich verstanden haben. Ähnlich stand es ehemals mit dem Hochdeutschen. Ich erinnere mich, dass einst in der Schweiz ein altes Mütterchen, dessen Frage ich hochdeutsch beantwortet hatte, mir verständnis- und hilflos erwiderte: « J rett nüt Walsch ».

Für welche Zeit gilt nun das Zeugnis der Dramen? Der älteste uns bekannte Dramatiker, Aśvaghoṣa, von dessen Werken wir allerdings nur wenige Fragmente haben, schrieb im zweiten Jahrhundert n. Chr.; der nächste, Bhāsa, dessen Werke neuerdings gefunden und schon zum Teil veröffentlicht worden sind, lebte im 3. oder 4. Jhd. Zwischen beiden ist aber ein beachtenswerter Unterschied hinsichtlich des Prakrit: bei Aśvaghoṣa steht es auf einer älteren Stufe als bei Bhāsa. Dieser scheint also das Bühnenprakrit wieder in Einklang mit der Sprache seiner Zeit gesetzt zu haben; sein Zeugnis hat darum aktuellen Wert. Kālidāsa (im 5. Jhd.) endlich führt für Verse ein neues Prakrit ein, die Māhārāṣṭrī, worin eine bedeutende poetische Literatur entstanden war. Seine Praxis hinsichtlich der Bühnensprachen wird von allen Spätern bis auf moderne Zeiten befolgt, sodass wir aus ihrem Gebrauch keinen Schluss auf die wirklich bestehenden Sprachverhältnisse machen dürfen. Aber aus jenen älteren Zeugnissen können wir entnehmen, dass etwa in dem ersten halben Jahrtausend unserer Zeitrechnung Sanskrit und Prakrit in der angegebenen Verteilung von den höheren Ständen gesprochen wurden, und, dass von den mit ihnen in steter Berührung stehenden niederen Ständen Sanskrit, wie man es zu ihnen sprach, verstanden wurde.

Man hat nun die Beweiskraft des indischen Dramas für die sprachlichen Verhältnisse zur Zeit ihrer Abfassung zu entkräften gesucht durch einen Hinweis auf dramatische Aufführungen im modernen Indien, welche nach der Aussage

eines Augenzeugen von den Meisten nur besucht werden, um die Darstellung zu sehn, Musik und Gesang zu hören, ohne dass sie aber den Text verstehen können, ähnlich wie in den Konzerten von Covent Garden der italienische Text von den Wenigsten verstanden wird. Aber wird man darum allen Ernstes glauben, dass Bhāsa und Kālidāsa nur zu den genannten Zwecken ihre Dramen geschrieben haben? Oder dass die Dramatiker so genaue Vorschriften über die in den einzelnen Teilen der dramatischen Handlung anzubringenden sachlichen und sprachlichen Momente (*sandhyanga*) gemacht hätten, wenn dem Publikum der Dialog, der doch die Handlung erst zur Erkenntnis desselben bringt, hätte unverständlich bleiben sollen? Wir haben übrigens ein direktes Zeugnis dafür, dass die Sanskritverse in den alten Dramen vom Publikum verstanden wurden. Denn Bharata (3. oder 4. Jhd. n. Chr.) gibt in seinem Lehrbuch der Dramatik (*Nāṭyaśāstra* 16,118) die ausdrückliche Vorschrift, dass die Sanskritverse dem Volke (*janapada*) leicht verständlich sein müssten.

III.

Die durch die Dramen beglaubigte Doppelsprachigkeit hat nun eine merkwürdige Folge gezeitigt. Dem Prakrit Redenden musste das Sanskrit geläufig sein, da er es ja immer sprechen hörte. Jedoch selbst es in der Unterhaltung zu gebrauchen, mochte er wohl nicht wagen, weil er befürchten musste, durch Sprachfehler sich lächerlich zu machen und den Mangel seiner Bildung zu verraten. Aber wenn dieser Abhaltungsgrund wegfiel, mochte er unter seinesgleichen die Redeweise der Höheren nachahmen, wie denn dergleichen Possen bei den Indern sehr beliebt sind. Im praktischen Leben konnte es aber dazu noch andere Veranlassungen geben, namentlich wenn sich jemand dem Publikum als ein Besserer darzustellen oder seinen Worten eine grössere Autorität zu verschaffen wünschte. Was solche Leute redeten, war natürlich kein gutes Sanskrit, sondern ein mit mehr oder weniger Geschick der lautlichen Form nach ins Sanskrit umgesetztes Prakrit. Wir besitzen nun Dokumente in solchem hybriden Sanskrit, vornehmlich in poetischen Stücken, den sogenannten Gāthās, die in kanonischen Werken der nördlichen Buddhisten eingelegt sind, aber auch in einigen prosaischen Werken derselben. Die

Verfasser hatten Sanskrit sicher nicht, wie es damals und schon früher nötig war, schulmässig erlernt; aber da sie es stets sprechen hörten, lag es ihnen so im Ohr, dass sie ihren Produktionen äusserlich ein sanskritisches Gewand geben konnten. Diese Mischsprache oder Sprechweise scheint sich auch in « besseren » Kreisen besonderer Beliebtheit erfreut zu haben, wie aus einer Angabe im Kāmasāstra, der etwa im 3. oder 4. Jhd. n. Chr. abgefassten *ars amandi*, hervorgeht. Dort wird nämlich (p. 60 der Ausgabe) den « feinen » Leuten geraten, in der Gesellschaft weder reines Sanskrit noch die reine Mundart zu reden, um sich bei ihr beliebt zu machen. Aber in der Literatur konnte sich dieses hybride Sanskrit nicht lange halten, da es doch neben dem mustergültigen der höheren Literatur als fehlerhaft erscheinen musste, ebenso wie das mittelalterliche Latein der Nachahmung des klassischen im Renaissance-Zeitalter erlegen ist. In den Dokumenten können wir verfolgen, wie das hybride Sanskrit allmählich so purgiert wird, bis es schliesslich ganz korrekt dasteht.

Der Versuch, durch Sanskritisierung der Volkssprache eine *lingua franca* für alle Gebildeten im weitesten Sinne zu schaffen, war also missglückt. Man kann nun fragen, warum denn zu einer solchen Stellung nicht eine irgendwie bevorzugte Form des Mittelindischen gelangt ist. Von der Mitte des dritten vorchristlichen Jahrhunderts an begegnen wir mittelindischen Dialekten auf Inschriften, während vorher nach Angabe des Kauṭiliya (300 v. Chr.) die königliche Geheimschreiberei sich, vorwiegend wenigstens, des Sanskrit bediente. In verschiedenen Ländern war offenbar die jeweilige Landessprache zur Kanzleisprache ausgestaltet und dadurch auch zu anderweitigem Gebrauch geschickt gemacht worden. Zweifellos haben volkstümliche Führer religiöser Bewegungen sie zu ihren didaktischen und poetischen Produktionen benutzt. Aber dergleichen Leistungen blieb die allgemein-indische Geltung versagt. Selbst die hohe Bedeutung eines vergötterten Religionsstifters wie Buddha vermochte nicht dessen Muttersprache auch nur bei seinen Anhängern in dauernden Gebrauch zu bringen. Denn das Pāli, in dem der Kanon der südlichen Buddhisten abgefasst ist, ist kein Māgadhī, wie Buddha es gesprochen hatte; und die nördlichen Buddhisten haben sich zuletzt dazu verstanden, das Sanskrit als kanonische Sprache anzuerkennen. — Auch ein mittelindischer Dialekt (Paiśācī), in

dem ein sehr beliebtes romantisches Epos, zugleich Sammlung von volkstümlichen Erzählungen, abgefasst war, hat darum doch keine allgemeinere Geltung erlangt. Nachdem jenes grosse Werk in Sanskritbearbeitungen Verbreitung gefunden hatte, ist das Original verloren gegangen, und seine Sprache ist nur mehr aus Angaben der Prakritgrammatiker und dürftigen Proben bekannt. — Nur ein Prakritdialekt, die Māhārāṣṭrī, worin schon frühe eine verfeinerte Poesie stark erotischer Färbung ihren Ausdruck gefunden hatte, erwarb sich eine allgemeine Anerkennung. Aber er gelangte nur zur Stellung einer sekundären Sprache der Poesie neben dem Sanskrit. Nur die Sekte der Jainas hat sich dieses Dialektes, nicht ohne Modifikationen, als literarischer Sprache neben dem Sanskrit mehrere Jahrhunderte lang bedient, um zuletzt doch dem Sanskrit den Vorzug einzuräumen.

Zur allgemeinen Sprache war also keine der mittelindischen Landessprachen zu erheben gewesen. Aber auch als Kanzleisprachen konnten sich dieselben auf die Dauer, wenigstens für offizielle Dokumente wie Inschriften und Schenkungsurkunden, in dem arischen Gebiete nicht erhalten. Vom zweiten Jahrhundert n. Chr. an werden in den Inschriften, die vorher in reinem Prakrit abgefasst waren, Sanskritismen immer häufiger, wahrscheinlich weil die Schreiber, die sich ja immer halbe Gelehrte zu sein dünken, sich nicht versagen konnten, mit der gelehrten Sprache zu liebäugeln. Etwa gleichzeitig finden sich die ersten Inschriften in reinem Sanskrit; im 4. Jhd. werden sie allgemeiner, und im 6. Jhd. hat das Sanskrit auch im inschriftlichen Gebrauch den Sieg davongetragen.

Die im Vorausgehenden gegebene Skizze der manigfaltigen vergeblichen Anläufe, zu einer mehr volkstümlichen Gemeinsprache zu gelangen, als das auf längst überwundener Entwicklungsstufe verharrende Sanskrit war, ist darum besonders lehrreich, weil sie mit voller Klarheit zeigt, dass die Stellung des Sanskrit in den tatsächlichen Verhältnissen der indischen Gesellschaft begründet und darum unerschütterlich war. Die höchste geistige Bildung war nun einmal brahmanisch und demzufolge gemeinindisch; denn die brahmanischen Grundsätze bildeten die Grundlage der sozialen und staatlichen Einrichtungen, was Kaṭilya in seiner gegen 300 v. Chr. geschriebenen Staatslehre ausdrücklich anerkennt. Wenn also,

wie es unter Aśoka geschah, der Versuch gemacht wurde, den Staat auf andere als brahmanische Grundlagen zu stellen, oder wenn Teile von Indien zeitweilig nicht indischen Herrschern unterworfen waren, wie der Westen iranischen und der Nordwesten indoskythischen, so waren das doch nur vorübergehende Erscheinungen: der grösste Teil Indiens blieb brahmanischen Idealen treu und diese eroberten die Gebiete immer wieder zurück, die ihnen zeitweise abspenstig gemacht waren.

IV.

Welche Stellung in den Jahrhunderten um den Anfang unserer Zeitrechnung das Sanskrit als gemeinindische Hochsprache einnahm, lehrt ein Blick auf die damals darin abgefasste Literatur. Namentlich sei hervorgehoben, dass in jener Zeit die Redaktion des Mahābhārata vorgenommen worden ist. Man nennt es meistens das grosse Epos; aber es ist eigentlich etwas anderes, nämlich eine unter der Ägide einer viśvāmitischen Religionsgemeinschaft zustande gekommene Sammlung didaktischer und legendarischer Dichtungen, die an ein älteres, aber ebenfalls von denselben halb gelehrten halb religiösen Dichtern (*sūta*) neu redigiertes Epos angeschlossen wurden. Das ganze mit seinem Anhang 100.000 Doppelverse umfassende Corpus war keineswegs ausschliesslich für die Brahmanenkaste bestimmt, sondern für alle Arier, die den Brahmanen die von ihnen beanspruchte quasi göttliche Superiorität willig einräumten. Ein solches Werk, das für eine religiöse Union der arischen Inder Propaganda machen sollte, musste aber zu denen, auf die es abgesehen war, in einer ihnen verständlichen Sprache reden, und das muss Sanskrit damals gewesen sein, sonst wäre das Mahābhārata nimmer in Sanskrit abgefasst worden. Die epischen Gedichte — denn ausser dem Mahābhārata bestanden schon das Rāmāyaṇa und Vorläufer der späteren Purāṇas — waren übrigens nicht die einzigen Werke, welche weit über die Brahmanenkaste hinaus ihren Leser- beziehungsweise Hörerkreis suchten und fanden; es gab eine umfangreiche Literatur über technische Disziplinen, die nicht eine ausgesprochen brahmanische Tendenz hatte und trotzdem in Sanskrit abgefasst war. Die meisten Werke aus jener Zeit sind verloren gegangen, nur wenige haben sich erhalten. Erst jüngst ist die eben erwähnte Staats-

lehre des Kauṭilya (c. 300 v. Chr.) zum Vorschein gekommen und hat uns einen Einblick in die vorausgehende schriftstellerische Tätigkeit auf diesem und einigen anderen Gebieten der allgemeinen Literatur tun lassen. — [Damit sind wir in der Periode angelangt, in der, wie oben schon angedeutet, das klassische Sanskrit durch die Arbeiten der Grammatiker seine endgültige Gestalt bekommen hatte. Auf diesen für unsern Gegenstand so wichtigen Punkt müssen wir ausführlicher eingehen.

Zur Orientierung sei bemerkt, dass die grammatische Disziplin jedenfalls mehr als ein Jahrhundert, wahrscheinlich viele, gebrauchte, ehe sie zum Abschluss gelangte. Es werden uns die Namen einer Reihe von Autoritäten auf diesem Gebiete genannt, aber nur das Werk der letzten ist uns erhalten, dasjenige des Pāṇini, der aus dem Punjab stammend sicher vor 300 v. Chr. wirkte. Zu seiner Schule gehören Kātyāyana, ein Südinder, und Patanjali, ein Nordinder, der in der letzten Hälfte des 2. Jhd. v. Chr. lebte. Deren Kommentare mit Pāṇini's Werk zusammen bilden die einzige *selbständige* Autorität auf grammatischem Gebiete für die ganze Folgezeit. Wenn wir nun auch durch Pāṇini's Werk nur mit dem Endergebnis der grammatischen Forschung bekannt werden, so können wir doch aus der Anlage und Lehrmethode seiner Grammatik mit einiger Sicherheit erkennen, worauf die Bemühungen seiner Vorgänger ursprünglich abzielten. Pāṇini behandelt seinen Stoff in nahezu viertausend « Regeln » (*sūtra*) oder besser Merksätzchen von ganz geringer, selten das Dutzend übersteigenden Silbenzahl. Jedes derartige Merksätzchen legt eine sprachliche Erscheinung wie Lautregel, Formenbildung, etc. fest, sodass meist nur eins angeführt zu werden braucht, um eine Sprachform zu erklären, beziehungsweise über ihre Richtigkeit zu entscheiden; in ihrer Gesamtheit beschlagen sie das ganze Gebiet der Grammatik. Eine gewisse sachliche Ordnung ist in dem Werk Pāṇini's nicht zu verkennen; aber sie wird unzählige Male durchbrochen, um einer Regel Ausnahmen und Ergänzungen zuzufügen, die oft auf einem anderen Gebiete der Grammatik als dem gerade zur Behandlung stehenden liegen. Für einen, der das Sanskrit noch nicht kennt, kann man sich keine schlechtere Methode denken als die von Pāṇini befolgte. Für solche kann sie also nicht bestimmt gewesen sein. Wenn man dagegen annimmt,

dass jene Merksätzchen ursprünglich denen gegeben wurden, welche die Sprache schon kannten und auch selbst redeten, aber um sie richtig zu gebrauchen, gewisser Regeln und Fingerzeige bedurften, so versteht man den Grund dieser sonderbaren Methode oder vielmehr Methodelosigkeit. Wahrscheinlich wurden ursprünglich Regeln zu genanntem, rein praktischem Zwecke, und darum von möglichster Knappheit, aufgestellt, je wie es das Bedürfnis an die Hand gab; solche Regeln mehrten sich mit der Zeit, wurden dann später in den Schulen gesammelt, umgearbeitet, ergänzt, bis man zuletzt daran denken konnte, die ganze Sprache in einem Netz von dergleichen Merksätzchen einzufangen. Zwar erreichte man die angestrebte Vollständigkeit, aber zu einer systematischen Darstellung der Sprache und ihres Baues kam man dadurch doch nicht. Letzterer Gesichtspunkt macht sich erst gegen tausend Jahre später in den Arbeiten der Sanskritgrammatiker geltend. Wie wenig er ursprünglich vorhanden war, erkennt man deutlich daraus, wie die beiden oben genannten Nachfolger und Erklärer Pāṇini's, Kātyāyana und Patanjali, ihre Aufgabe auffassten. Sie diskutieren nur die Regeln Pāṇini's, wie sie zu verstehen seien, ob sie zu weit oder zu eng gefasst wären, wie sie berichtigt, ergänzt oder beschränkt werden müssten, und ähnliches mehr. Dahin war es also gekommen, dass man nicht die theoretische Erkenntnis vom Wesen und Bau der Sprache zu vertiefen suchte, sondern dass man einzig bemüht war, die Regeln Pāṇini's mit möglichstem Scharfsinn auszulegen, als handle es sich um Gesetzesparagrafen. Dies ist um so bezeichnender für die Richtung der Grammatiker, als von anderer Seite sprachliche Untersuchungen mit beachtenswertem Erfolg schon angestellt worden waren, wie man aus dem viel älteren Werke Yāska's ersehn kann. Wenn nicht auf solchen Vorarbeiten weitergebaut wurde, sondern auf praktischen Sprachregeln, so zeigt das deutlich, dass die Grammatiker nicht nach einem wissenschaftlichen Ziele: Darstellung des Sprachbaus, sondern nach einem praktischen: Richtigkeit im Gebrauch der Sprache, strebten. Sie stellten also ihre Regeln für solche auf, welche Sanskrit redeten, aber um keine Fehler zu machen, um Vulgarismen und Prakritismen zu vermeiden, einer Regulative bedurften.

Die indische Grammatik lehrt also eine Sprachnorm. Wer aber waren diejenigen, deren Sprache die Grammatiker als

Norm aufstellten? Auf diese Frage gibt Patanjali (zu Pāṇini VI 3, 109) die Antwort: die *sisṭas*, d. h. diejenigen Brahmanen in Aryavartta (etwa die mittlere Partie des nördlichen Indiens), welche gelehrt und musterhaften Wandels sind. Man erkenne dieselben daran, dass sie auch, ohne Grammatik studiert zu haben, Wörter gebrauchen, die nur in ihr gelehrt werden. Solche Brahmanen, die durch die Tradition ihrer Familie, ohne grammatische Ausbildung erfahren zu haben, ein muster-gültiges, der von den Grammatikern aufgestellten Norm entsprechendes Sanskrit sprachen, gab es also noch zur Zeit Patanjali's in der letzten Hälfte des zweiten vorchristlichen Jahrhunderts.

Man hat nun behauptet, dass es sich dabei um die Sprache von Priesterschulen handle, dass also das Sanskrit nur eine Schulsprache gewesen sei. Das ist aber mit nichten der Fall. Denn die Regeln Pāṇini's beziehen sich, worauf man mit Recht hingewiesen hat, durchaus nicht ausschliesslich auf den Gesichtskreis der Schule, sondern lehren auch Wendungen und Ausdrücke, die aus der Küche und dem Stall stammen und wohl kaum von einem Schulmann geprägt sind. Wie sehr Pāṇini die Umgangssprache in weiterem Sinne berücksichtigt, dafür ist seine Regel IV 2,74 besonders lehrreich, der zufolge die Namen von Brunnen nördlich von dem Flusse Vipāś (Beas) anders akzentuiert waren als sonst gleichgebildete Namen von Brunnen südlich dieses Flusses. Die von Pāṇini und seinen Vorgängern gelehrt Sprache war also keine Schulsprache, sondern eine wenn auch nur von einer Elite rein gesprochene Sprache der höheren Stände, wie es eben eine Hochsprache sein muss.

Wir haben uns zu der Annahme genötigt gesehen, dass die von den Grammatikern gegebenen Regeln ursprünglich für solche bestimmt waren, welche Sanskrit kannten und sprachen, aber um es rein und fehlerfrei zu sprechen, einer Anweisung bedurften über das, was in jedem einzelnen Falle das Richtige wäre. Innerhalb des Sanskrits muss also zwischen der anerkannten Hochsprache und einer mehr oder weniger unreinen Umgangssprache, für welche jene als Norm galt, unterschieden werden. Ein solcher Unterschied in der Sprache ist durch die Angaben des alten Epos gut beglaubigt, siehe mein *Rāmāyana*, p.155. Darüber, wodurch sich die sanskritische Umgangssprache (der höheren Stände) von der in der Gram-

matik gelehrten Hochsprache unterschied, gibt Patanjali wichtige Andeutungen, die zunächst natürlich nur für seine Zeit Geltung haben. Es handelt sich teils um nachlässige Aussprache — man sprach *ṣaṣa* für *śaśa*, *palāṣa* für *palāśa*, *manjaka* für *mancaka* (I. 1, 1. V 18) — teils um vulgäre Wörter, sogenannte *apaśabda* (I. 1, 1. V 6), die in grosser Zahl gäng und gäbe waren. Letztere sind Nomina, die zumteil aus dem Prakrit in die sanskritische Umgangssprache aufgenommen waren, ohne dass man ihnen aber ihren Ursprung gerade anzusehn brauchte. Schlimmer war es mit Verben, die aus der Volkssprache eindringen, etwa wie wenn man im Lateinischen *parlare* schreiben würde. Um diesen Fehler zu vermeiden, bedarf es nach Patanjali (I 3, 1. V 13) nicht des grammatischen Studiums, sondern es genügt schon das Beispiel der muster-gültig Redenden (der *śiṣṭas*), das unbedingt zu befolgen sei. Nach diesen Angaben können wir uns eine Vorstellung von den sprachlichen Zuständen jener Zeit machen. Der Kern der Brahmanenschaft sprach das Sanskrit rein, eine unbestimmte Masse der höheren Stände sprach es unrein, sowohl hinsichtlich der Aussprache als auch des Wortschatzes, der von vulgären Worten überwuchert gewesen zu sein scheint, da es für jedes richtige Wort viele vulgäre (*apaśabda*) gab (Patanjali I 1, 1. V 6). Ausserdem aber hatte dieser weitere Kreis von Sanskrit Redenden sich frei zu halten von dem Einfluss des Prakrits, das ja nach dem Zeugnis der Dramen auch die weiblichen Familienmitglieder jener sprachen. Doch scheint die sanskritische Sprachüberlieferung stark genug gewesen zu sein, solche Einflüsse sonder Mühe abzuwehren, wie aus Patanjali's Bemerkungen zu I 3, 1. V 13 hervorgeht.

Das reine Sanskrit aber ist nun doch nicht ganz ohne zeitliche und örtliche Verschiedenheiten gewesen. Einerseits enthält nämlich das älteste in diesem Sanskrit abgefasste Denkmal, Yāska's Nirukta, eine Anzahl später nicht mehr üblicher Ausdrücke; anderseits erwähnen die Grammatiker selbst sprachliche Besonderheiten der « Östlichen » und « Nördlichen », die sie aber beide als korrekt passieren lassen. Diese Differenzen waren aber so unbedeutend, dass sie gegenüber der durchgehenden Einheitlichkeit der durch die Grammatiker für alle Zeiten festgelegten Norm nicht in Betracht kommen konnten.

V.

Wir verstehen leicht, dass die allgemein anerkannte Autorität der Grammatik des Pāṇini genügte, um das Sanskrit hinsichtlich seiner grammatischen Form unverändert zu erhalten. Was aber war der Grund, dass es schon vorher, ehe noch die Grammatiker seine Form festgelegt hatten, im grossen und ganzen stabil war oder sich doch wenigstens nur äusserst langsam und meist in untergeordneten Punkten veränderte? Der Grund war zweifellos seine sakrale Verwendung. Sehr instruktiv ist dafür ein Bericht aus alter Vorzeit, den Patanjali (I I, 1. V 9) bewahrt hat. Danach gab es einst grosse Heilige (ṛṣis) von umfassendem Wissen, die im gewöhnlichen Leben unkorrekt sprachen; sie sagten nämlich statt *yad vā naḥ, tad vā naḥ* (etwa: wir sind mit unserem Los zufrieden): *yaḥ vā naḥ taḥ vā naḥ*; aber, heisst es weiter, beim Opfer machten sie keine Sprachfehler. Patanjali berichtet ebenda (p. 4), dass wenn jemand, solange er in einer Opferhandlung begriffen war, ein vulgäres Wort gebrauchte, dafür die Sārasvatī-Busszeremonie vollziehen musste. Sprachreinheit machte also einen Teil der liturgischen Reinheit aus. Während der ganzen Dauer eines Opfers — es gab solche, die sich nicht nur über einige Tage, sondern über mehrere Monate erstreckten —, war der Opfernde gehalten, sich reiner Sprache zu bedienen. Wir wollen die während der Opferhandlung allein zulässige reine Sprache *hieratisches Sanskrit* nennen. Dies also war der Regulator des gemeinen Sanskrit, die Norm für die indische Hochsprache, weshalb denn auch noch zu Patanjali's Zeit diese von denjenigen am reinsten gesprochen wurde, welche ganz dem altbrahmanischen Ideale nachlebten.

Das hieratische Sanskrit ist uns aus zahlreichen und umfangreichen Quellen bekannt, namentlich aus den der Offenbarung angehörenden ritualistischen und theosophischen Werken, einerseits den Brāhmaṇa und anderseits den Āraṇyaka und Upaniṣad. Wenn auch letztere Werke nicht gerade vom Opfer handeln, und in ersteren auch religiös indifferente Dinge berührt werden, so hindert doch die alles durchdringende sakrale Atmosphäre das sonst im weltlichen Verkehr übliche Sanskrit darin rein zum Ausdruck zu gelangen. Wir kennen also

in dieser Periode nicht das gemeine Sanskrit, sondern nur das von Brahmanen während des Opfers gebrauchte, und zwar das hieratische. Aber auch dieses hat eine, wennschon nur schwache Entwicklung von den älteren bis zu den jüngsten Schichten der Offenbarung und von da in der dem Veda angeschlossenen theologischen Literatur (Sūtraperiode) durchgemacht, und zwar so, dass es in seiner jüngsten Form dem klassischen Sanskrit ausserordentlich nahe kommt.

Seine verhältnismässige Stabilität verdankt das hieratische Sanskrit zunächst wohl eben seiner Geltung als hieratischer Sprache. Es wirkte dazu aber noch ein besonderer Faktor mit, nämlich die solennen Formeln und Verse, welche die Opferhandlungen begleiteten; sie standen von Alters fest und waren in einer altertümlichen Sprache abgefasst, die wir *rituelles* Sanskrit nennen wollen im Unterschied von dem hieratischen oder demjenigen Sanskrit, dessen sich die Brahmanen bedienten, wenn sie über sakrale Gegenstände sprachen, diskutierten oder unterrichteten. Das rituelle Sanskrit musste stets auf das hieratische vorbildlich wirken, nicht zwar zur Nachfolge, ausgenommen für die religiöse Dichtung, aber doch so, dass in diesem allzugrosse Abweichungen von jenem vermieden wurden.

Das rituelle Sanskrit ist die Sprache der Samhitās. In diesen Werken beobachten wir eine Weiterentwicklung der Sprache, die weit bedeutender ist als diejenige des hieratischen Sanskrit. Die altertümlichste Sprache liegt in den Hymnen des R̥gveda, des ältesten und ehrwürdigsten literarischen Denkmals Indiens, vor; doch lässt sich auch in ihnen schon eine sprachliche Differenz, mit denen sachliche und metrische Hand in Hand gehen, zwischen den neun ersten Büchern und dem sicher jüngeren zehnten Buche nachweisen. Letzterem steht der Atharvaveda, der auch grösstenteils Hymnen, ähnlich denen des R̥gveda aber von andern Charakter, enthält, in sprachlicher Beziehung nahe, ist aber besonders in seinem Wortschatz entschieden moderner. Und die jüngeren Samhitās gehen in dieser Richtung noch weiter, sodass sich ihre Sprache einerseits von derjenigen in den alten Teilen des R̥gveda immer mehr entfernt und anderseits derjenigen der älteren Brāhmaṇas immer mehr nähert.

Die Erklärung dieser Sprachentwicklung ist deshalb mit besondern Schwierigkeiten verknüpft, weil wir über die ge-

schichtlichen Vorgänge, durch welche das Zentrum der Kultur, das zur Zeit des *R̥gveda* in Punjab lag, zur Zeit der *Brāhmaṇa* nach dem Gangesland verlegt worden ist, keinerlei historische Kunde besitzen, sondern lediglich auf Vermutungen angewiesen sind. Die ältere und auch jetzt noch allgemeine Ansicht, die übrigens Oldenberg in der ersten Auflage seines *Buddha* in einem wesentlichen Punkte zu modifizieren gesucht hat, geht dahin, dass die arischen Inder zur Zeit des *R̥gveda* erst das Punjab in Besitz genommen hätten, und nachher erst die Eroberung und Besiedelung des Gangeslandes erfolgt wäre. Dagegen habe ich in einem Aufsatz über die Ausbreitung der indischen Kultur in der « Internationalen Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik », Bd. 5, S. 385 ff. die Annahme begründet, dass schon zu *rigvedischer* Zeit auch das Gangesland von arischen Indern bewohnt gewesen war, während im Westen desselben die religiöse Kultur zu einer hohen Blüte gedieh, wie wir sie in dem *R̥gveda* kennen lernen, durch Zuwanderung von vedischen Opferpriestern sind die in der Kultur zurückgebliebenen östlichen Stämme brahmanisiert worden. Die für ihren Lebensunterhalt auf die Protektion von Reichen und Grossen angewiesenen vedischen Opferpriester haben bei den Häuptlingen ihrer Stammesverwandten im Gangesland Unterkunft gefunden und haben sich mit dem auch dort vorhandenen einheimischen Priesterstande liiert, woraus dann die spätere Brahmanenkaste entstanden ist.

Für die Beurteilung der sprachlichen Entwicklung kommen vornehmlich zwei Tatsachen in Betracht: 1. Das klassische Sanskrit samt dem hieratischen steht nicht nur auf einer späteren Entwicklungsstufe als das des *R̥gveda*, sondern es ist auch dialektisch von ihm verschieden; 2. die älteren Hymnen sind zweifellos im Punjab oder dem Nordwesten Indiens abgefasst, die *Brāhmaṇa* dagegen im Gangeslande, dessen östlichste Teile schon im *Atharvaveda* genannt werden. Es liegt also nicht nur eine zeitliche sondern auch eine örtliche Verschiedenheit der Abfassung vor zwischen den älteren Bestandteilen des *R̥gveda* einerseits und den *Brāhmaṇa*, wahrscheinlich auch schon dem *Atharvaveda*, anderseits. — Mit Zugrundelegung meiner oben skizzierten Hypothese scheinen mir auch die sprachlichen Tatsachen sich leichter erklären zu lassen und verständlich zu werden. Als Grundlage des nach-*rigvedischen* Sanskrits ist das im Gangesland gesprochene

Altindisch anzusehn, das von dem im Punjab zur Abfassung der Hymnen gebrauchten dialektisch und namentlich lexikalisch verschieden war. Das zehnte Buch des R̥gveda, das sich, wie schon bemerkt, nicht nur durch sprachliche, sondern auch durch metrische und sachliche Eigentümlichkeiten vor den älteren Büchern auszeichnet, würde die Nachblüte der vedischen Hymnendichtung bei den im Gangesland eingewanderten Opferpriestern darstellen. Der Atharvaveda würde eine Anwendung der vedischen Poesie auf solche Gegenstände sein, die namentlich bei der im Gangeslande einheimischen Priesterschaft auch schon vor der Annahme des spezifisch vedischen Kultes den Inhalt ihrer Religion ausmachten. Aus der Wechselwirkung zwischen der neuen sprachlichen Grundlage im Gangeslande und dem Bestreben, in den überkommenen Formen rigvedischer Hymnen weiter zu dichten, erklärt sich ungezwungen die Entstehung des rituellen Sanskrits und seine allmähliche Modernisierung in den jüngeren Samhitās, bis in den Brāhmaṇa der endgültige Ausgleich erreicht ist.

Das älteste vedische Sanskrit war nun keineswegs die im Punjab damals allgemein gesprochene Sprache, sondern eine Dichtersprache, die schon lange zu dem gleichen Zwecke gebraucht war. Die Hymnen sind voll von stehenden Wendungen und typischen Gedanken, die oftmals wiederholt und variiert werden, wie es bei aller Poesie, die schon eine längere Vergangenheit hinter sich hat, der Fall zu sein pflegt. Daraus folgt, dass die Sprache der Hymnen schon längere Zeit fixiert und also von der lebenden Volkssprache abgesondert war. Wir haben guten Grund zu glauben, dass sie in besonderen Kreisen gepflegt wurde, welche auch eine von der Volksmundart abweichende Sprache redeten. Von dem Bestehen einer solchen Volksmundart, eines Urprakrits, das von dem vedischen Sanskrit dialektisch verschieden war, haben wir deutliche Anzeichen. Denn manche Wörter im Veda haben schon eine prakritische Lautform, die mit den sanskritischen Lautgesetzen nicht vereinbar ist: es sind also Lehnwörter aus einem Urprakrit, welches zur Abfassungszeit der Hymnen des R̥gveda im Punjab gesprochen wurde. Wenn nun dieses Prakrit aus dem vedischen Sanskrit selbst sich nach natürlichen Gesetzen der Sprachgeschichte entwickelt hätte, so wäre es, wie neuerdings Walter Petersen im « Journal of the American Oriental Society », vol. XXXII, S. 419 mit Recht betont hat,

undenkbar, dass sich die vedischen Dichter den allmählichen und dem Redenden selbst nicht zum Bewusstsein gelangenden Veränderungen der Sprache entzogen und die ältere Sprachstufe festgehalten hätten. Aber die Untersuchung der uns erhaltenen Prakritsprachen zeigt, dass sie weder auf das vedische noch auf das klassische Sanskrit zurückgehen. Darüber sagt Wackernagel in der Einleitung zu seiner *Altindischen Grammatik*, S. XIX: « dass es in der Tat indische Mundarten gab, die eine von der vedischen Sprache unabhängige indische Entwicklung des indoiranischen Erbteils darstellen, zeigt das in den mittelindischen Denkmälern bewahrte Sprachgut in zahlreichen und deutlichen Belegen ». Petersen erklärt das Urprakrit als diejenige Form des Sanskrit, welche es im Munde der autochthonen Bevölkerung Indiens, der « schwarzen Haut » angenommen hätte, etwa dem Negerenglisch vergleichbar. Doch das ist entschieden abzulehnen; denn wenn das Prakrit eine Autochthonensprache mit einem verderbten sanskritischen Wortschatz wäre, so würde doch die innere Sprachform des Prakrit nicht, wie es tatsächlich der Fall ist, mit der des Sanskrits so vollständig übereinstimmen.

Wir dürfen also nach dem, was über die Natur des Prakrit und sein Verhältnis zum vedischen Sanskrit feststeht, mit Sicherheit annehmen, dass zur vedischen Zeit die arische Bevölkerung Indiens nicht eine homogene Masse war, sondern eine Vereinigung nah verwandter, aber doch sprachlich differenzierter Stämme. Zwischen diesen verschiedenen Elementen trat keine vollständige Mischung weder in sprachlicher noch in sozialer Beziehung ein, sondern die Schichten blieben mehr oder weniger gesondert, wodurch die spätere Kastenbildung vorbereitet wurde. Dass die priesterlichen Familien eine bevorzugte Stellung einnahmen, versteht sich von selbst. Die natürliche Folge musste sein, dass sie auf Reinheit der Abstammung und Bewahrung ihrer angestammten Sprache bestanden. In diesen Kreisen also war das älteste Sanskrit heimisch.

Wir haben das Sanskrit durch seine lange Geschichte bis zu deren Ausgangspunkt verfolgt. Zu keiner Zeit ist es allgemeine Volkssprache gewesen, immer ist es als gesprochenes Idiom auf die höheren Stände beschränkt geblieben. Aber da diese die Träger der höchsten und von allen Indern anerkannten geistigen Bildung waren, so konnte das Sanskrit zur allgemeinindischen Hochsprache werden. Man kann es mit ebenso

viel Recht als eine lebende Sprache bezeichnen — denn wann wäre sie gestorben? — wie als eine tote — denn wann war sie eine lebende, wenn wir unter einer lebenden Sprache eine vom Volk gesprochene Sprache verstehen? Aber der Name tut nichts zur Sache. Sanskrit war das Lebenselement der indischen Kultur und wird leben, solange diese Kultur nicht gänzlich abgestorben ist.

Bonn, Universität.

H. JACOB

NOTA CRITICA - NOTE CRITIQUE KRITISCHE NOTIZ - CRITICAL NOTE

LES CHEVAUX PENSANTS D'ELBERFELD

La petite ville allemande d'Elberfeld est en train de devenir célèbre. Elle doit cette célébrité à un de ses modestes habitants, bijoutier de profession, M. Krall, qui s'est mis en tête de prouver que les animaux possèdent une intelligence et qui, pour fournir cette preuve, n'a ménagé ni son temps ni son argent ni sa peine. Alors que les philosophes discutent sur cette question à perte de vue, en partant de prémisses plus ou moins arbitraires, et que des psychologues professionnels, tout en se basant, au contraire, sur des faits empruntés à l'activité extérieure des animaux, n'en tirent pas moins le plus souvent des conclusions tout aussi arbitraires, M. Krall a abordé la question en suivant une voie tout à fait différente. Libre de tout préjugé philosophique et de toute préconception scientifique, libéré qui s'explique d'ailleurs amplement par le genre de ses occupations habituelles, il s'est dit: si les animaux possèdent une intelligence au sens humain du mot, ils doivent être capables d'accomplir des opérations rentrant dans la catégorie des opérations intellectuelles. Si donc nous réussissons à provoquer chez eux ces opérations, la preuve de leur intelligence sera faite.

Raisonnement très simple, trop simple même, si l'on veut, car, ainsi que nous le verrons par la suite, il est basé sur cette supposition du sens commun, mais nullement prouvée, que des manifestations identiques sont l'aboutissement d'opérations également identiques.

Il est juste de dire que ce n'est pas à M. Krall que revient l'initiative de l'éducation des animaux. Avant lui, l'idée de leur éducabilité intellectuelle était déjà venue à l'esprit d'un nommé Wilhelm von Osten qui, s'étant aperçu que son cheval comprenait certains ordres exprimés verbalement, sans accompagnement de gestes ou de signes quelconques, est parti de cette constatation pour essayer d'étendre et de développer cette faculté. Ce fut le cas

du fameux cheval Hans (« der kluge Hans »), chez lequel W. von Osten avait réussi à obtenir, au bout de plusieurs années d'efforts, de très beaux résultats. Mais von Osten est mort méconnu, bafoué, tourné en ridicule, ne laissant qu'un seul disciple convaincu, lequel n'était autre que M. Krall lui-même. Celui-ci, sans se laisser décourager par les déboires de son maître, reprit ses expériences sur une plus vaste échelle, bien résolu d'ailleurs à n'en faire connaître les résultats que lorsqu'ils seront de nature à désarmer toutes les hostilités et toutes les railleries, à s'imposer par leur évidence même à la conviction de tous.

Il se livra donc à son travail en silence, perfectionnant peu à peu les méthodes, variant les procédés, inventant des moyens de contrôle de plus en plus rigoureux, absorbé et soutenu uniquement par l'amour profond et désintéressé de la vérité, dont il avait entrevu les premières lueurs lors des quelques séances dont il fut témoin du vivant de von Osten.

Ses expériences, qui portèrent sur un certain nombre de chevaux (dont le fameux Hans, le vétérinaire et le modèle que lui avait légué v. Osten), durèrent plusieurs années, pendant lesquelles très peu de personnes ont été admises à juger et apprécier son œuvre. Et c'est seulement en 1912 qu'il se décida à en publier les résultats dans un livre intitulé: *Denkende Tiere. Beiträge zur Tierseelenkunde auf Grund eigener Versuche*. On sait en quoi consistent ces résultats. M. Krall a réussi à apprendre aux chevaux à compter, à exécuter les quatre opérations arithmétiques, à faire des extractions de racines, des élévations à des puissances, à reconnaître les lettres de l'alphabet, à composer avec ces lettres des mots, à comprendre le langage humain, à répondre à toutes sortes de questions posées en allemand et en français. Ce fut une véritable révélation. Le monde savant, qui croyait la question définitivement close depuis le jugement dédaigneux émis par une commission sur les expériences de v. Osten, le monde savant, disons-nous, s'émut. Les faits racontés par M. Krall étaient tellement frappants, les expériences qu'il décrivait tellement rigoureuses et l'argumentation tellement solide que les plus sceptiques ont été obligés de convenir que ce livre n'était ni d'un fou ni d'un imposteur; qu'il pouvait s'agir tout au plus d'une erreur d'interprétation. On résolut d'aller voir et vérifier sur place, afin de s'assurer si les faits observés et publiés par M. Krall étaient vraiment de nature à nous autoriser à attribuer aux animaux une intelligence analogue à la nôtre.

C'est ainsi qu'Elberfeld devint un véritable lieu de pèlerinage. Poussés par la curiosité scientifique, de nombreux savants s'y rendirent, assistèrent à des séances que M. Krall leur avait offertes dans des conditions irréprochables et avec toutes les garanties désirables, s'effaçant volontiers lui-même et laissant à ses hôtes le soin

de poser des questions, de vérifier ou de débrouiller les réponses. Chaque observateur ayant cru devoir publier ses impressions, les chevaux d'Elberfeld ne tardèrent pas à engendrer une littérature abondante et un échange de vues des plus animés et qui, en se poursuivant, finira peut-être par nous mettre sur la voie de la vérité.

Il nous est impossible d'exposer toutes les opinions qui ont été formulées au sujet de la nature des opérations auxquelles se livrent les chevaux d'Elberfeld. Mais une heureuse coïncidence ayant mis sous nos yeux quatre articles dans lesquels se trouvent consignées les impressions de psychologues aussi autorisés que MM. G. Ferrari, W. Mackenzie, Ed. Claparède et R. Assagioli, nous saisissons avec empressement cette occasion pour résumer aux lecteurs de « Scientia » l'état actuel de la question. ¹



Des quatre auteurs que nous venons de citer, trois, MM. Mackenzie, Claparède et Assagioli, ont fait le voyage d'Elberfeld et ont été témoins oculaires des prouesses intellectuelles des pensionnaires de M. Krall. M. Mackenzie en est revenu tout à fait enthousiaste. A son avis, les chevaux d'Elberfeld ont fourni la preuve définitive et irréfutable que les animaux sont doués d'une intelligence qui diffère peut-être de degré, mais sûrement pas de nature, de l'intelligence humaine. « Tout ce qui vit autour de nous, proclame-t-il, vit probablement *comme nous* ». Poète autant que philosophe et psychologue, il entrevoit une profonde vérité dans ces paroles de St. François d'Assise: « Frate lupo, siroccchie uccelli », et publie sous ce titre, dans la « Tribuna » du 12 juillet 1912, à l'usage du grand public, un compte-rendu enthousiaste de sa visite à Elberfeld.

M. Mackenzie défend sa thèse avec une grande force dialectique. Que peut-on en effet opposer aux faits publiés par M. Krall? On peut dire ou qu'il s'agit d'une association purement réflexe, autant dire mécanique, ou que les réponses justes données par les chevaux ne résultent que du hasard et peuvent être expliquées par les lois de la probabilité ou enfin que ces réponses leur sont suggérées soit à la faveur de la transmission de la pensée soit à l'aide de signaux inconscients. Aucune de ces objections ne résiste à la critique de M. Mackenzie, et pourtant on ne peut s'empêcher de trouver

¹ G. C. FERRARI, *La scuola dei cavalli a Elberfeld*, « Rivista di Psicologia », novembre-décembre 1912. — W. MACKENZIE, *I cavalli pensanti di Elberfeld*, Ibid. — ED. CLAPARÈDE, *Les chevaux savants d'Elberfeld*, « Archives de Psychologie », N. 47 (sept. 1912). — ROBERTO ASSAGIOLI, *I cavalli pensanti di Elberfeld*, « Psiche », novembre-décembre 1912.

que sa propre conclusion, si elle n'appelle pas les mêmes critiques que les objections qu'il s'applique à réfuter, a tout au moins le défaut d'être trop hâtive.

MM. Claparède et Assagioli se montrent plus réservés. Comme M. Mackenzie, ils tiennent pour nuls et non avenus tous les arguments tendant à diminuer la portée des résultats qui sont venus couronner l'œuvre de M. Krall. Il est entendu que la bonne foi et l'habileté expérimentale aussi bien de M. Krall que de tous ceux qui ont reproduit ses expériences, sont hors de cause. Et, pourtant, M. Claparède, tout convaincu qu'il est de la réalité des faits, n'ose pas suivre M. Mackenzie sur le terrain où celui-ci s'est résolument engagé et déclare vouloir attendre avant de conclure. La raison ? C'est que les preuves que nous possédons en faveur de l'existence d'aptitudes intellectuelles chez les chevaux ne sont encore basées que sur « des appréciations en grande partie subjectives ; il manque aux expériences faites la série de contrôles subjectifs et de contre-épreuves susceptibles de prouver jusqu'à l'évidence que les résultats observés sont affranchis du coefficient personnel des observateurs, d'autant plus que ceux-ci, de très bonne foi, peuvent être victimes d'erreurs ».

Cette réserve admise, toutes les autres objections se laissent facilement réfuter. Si les animaux, pourrait-on demander, possèdent des aptitudes intellectuelles, comment se fait-il qu'ils ne les aient jamais manifesté spontanément ? La question n'est pas depourvue de valeur, mais M. Claparède y répond en disant : faute de besoin ou d'utilité. Mais il aperçoit aussitôt l'incompatibilité qui existe entre cette réponse et les théories courantes de l'évolution. Aussi cherche-t-il à se tirer d'affaire, en ajoutant, « à titre d'hypothèse plausible, mais d'hypothèse seulement », que ce qui existe chez les animaux, ce ne sont pas des aptitudes intellectuelles proprement dites, mais seulement les germes de ces aptitudes, les processus psychiques élémentaires qui n'ont pas eu l'occasion de se développer. M. Assagioli, moins timide, n'hésite pas, au contraire, à invoquer l'existence d'aptitudes intellectuelles chez les animaux comme une des « preuves les plus graves » contre les doctrines évolutionnistes courantes. Il insiste en tout cas sur l'impossibilité d'expliquer ces aptitudes aussi bien à l'aide du principe darwinien de la sélection naturelle et de la persistance du plus apte qu'à l'aide du principe lamarckien de la transmission des caractères acquis sous l'influence du milieu extérieur, de leur développement par l'usage et de leur disparition à la suite du non-usage. Quelle « fonction biologique » peut-on en effet assigner à la capacité d'extraire des racines carrées et cubiques ? Pourquoi la sélection naturelle aurait-elle favorisé la survivance des chevaux les plus aptes au calcul ? Et quelles influences extérieures ont bien pu contribuer à la formation du talent

arithmétique chez les ancêtres de nos chevaux, avant leur asservissement par l'homme? Il est incontestable que l'existence d'aptitudes intellectuelles chez les animaux soulève des problèmes dont nous devons chercher la solution ailleurs que dans les théories de l'évolution.

On a encore essayé d'invoquer contre l'intelligence des chevaux le poids si faible de leur cerveau. Mais M. Assagioli montre toutes les corrections qui, au cours de ces dernières années, ont été apportées au dogme des relations directes et rigoureuses entre le poids du cerveau et le degré de l'intelligence. N'a-t-on pas cité récemment deux cas où des cerveaux, qui avaient appartenu à des hommes normaux, ne pesaient respectivement que 680 gr. et 714 gr., c'est-à-dire dépassaient à peine la moitié du poids normal? On peut en dire autant des rapports entre le degré de l'intelligence et la *structure* du cerveau: sur ce point encore, les vieux dogmes se trouvent fortement ébranlés et nous nageons en pleine incertitude.

Voici donc le terrain à peu près déblayé des principaux obstacles dont les adversaires intransigeants de l'intelligence animale prétendaient encombrer le terrain. Mais s'ensuit-il que nous devions, au terme de ce travail critique, conclure sans réserves que les animaux possèdent une intelligence analogue à la nôtre? Nous savons déjà que telle est l'opinion de M. Mackenzie. Mais des quatre auteurs dont nous nous occupons, il est à peu près seul de cet avis. Les trois autres, M. Ferrari, M. Claparède et M. Assagioli, restent hésitants. M. Claparède, nous l'avons vu, s'appuie sur la subjectivité trop grande qui préside encore aux expériences. Mais ceci n'est qu'une raison. Il y en a d'autres sur lesquelles tous trois sont d'accord et dont on doit bien reconnaître la valeur.

Ce qui a le plus frappé tous ceux qui ont eu l'occasion d'assister aux expériences d'Elberfeld, c'est la facilité avec laquelle les élèves de M. Krall exécutent les opérations arithmétiques parfois très difficiles. Or, c'est un fait connu que l'aptitude au calcul mental n'est pas nécessairement une aptitude intellectuelle. Elle a été observée chez des individus humains très médiocres, plus que médiocres, sous tous les autres rapports, et à un âge relativement précoce; tandis que des hommes doués d'une intelligence vraiment supérieure, Gauss et Ampère par exemple, ont perdu l'aptitude au calcul mental, à mesure que leur mentalité eut évolué vers la génialité. Autre chose: les chevaux ne nous donnent que les résultats des opérations qu'on leur propose; mais nous sommes jusqu'à présent dans l'ignorance la plus complète quant à la nature de ces opérations, quant à la façon dont elles s'accomplissent chez les chevaux. Il faut savoir aussi que notre système décimal est loin d'être le seul système de calcul possible; il en existe d'autres, plus simples, le système binaire par exemple, à l'usage des intelligences

plus frustes. Qui nous dit que les chevaux n'usent pas d'un système encore plus simple, réduisant au minimum le travail intellectuel nécessaire, au point de lui conférer le caractère d'un processus presque instinctif? Et n'est-ce pas là qu'il faudrait chercher l'explication de la rapidité avec laquelle ils aboutissent aux résultats voulus? Autant de points d'interrogation qui autorisent le scepticisme et empêchent en tout cas, du moins jusqu'à nouvel ordre, de conclure de l'identité de certaines manifestations extérieures chez l'homme et chez les animaux à l'identité des processus intimes qui aboutissent à ces manifestations. Si les chevaux d'Elberfeld possèdent une intelligence, elle consisterait moins dans le fait qu'ils sont capables d'accomplir des « performances » arithmétiques aussi prodigieuses que dans le fait de saisir et de comprendre ce qu'on leur demande. Tel est l'avis de M. Assagioli, mais M. Ferrari pense différemment, puisqu'il croit pouvoir tirer du cas des chevaux d'Elberfeld cette conclusion qu'un enseignement n'a pas besoin d'être compris, pour pouvoir influencer sur la conduite et modifier le caractère; ceci s'appliquerait surtout aux enfants anormaux.

Bref, nous n'ignorons pas seulement la vraie nature des opérations qu'accomplissent les chevaux d'Elberfeld: nous sommes encore hors d'état de dire s'ils comprennent l'enseignement qu'on leur inculque, non sans succès d'ailleurs. Quoiqu'il en soit, il s'agit là de faits du plus haut intérêt. Ainsi que le dit avec raison M. Assagioli, nombreuses sont les forces de la nature qui nous sont restées longtemps cachées et inconnues, jusqu'au jour où on a trouvé une méthode permettant de les provoquer à volonté. Il peut en être de même de l'intelligence des animaux. Si elle existe, nous possédons aujourd'hui une méthode qu'il ne reste qu'à perfectionner et à approfondir pour nous assurer si les manifestations qu'elle nous a révélées jusqu'ici sont ou non de nature intellectuelle. Ce sera peut-être une œuvre de longue haleine, mais digne de tenter les esprits curieux et hardis, ces esprits qui ont déjà arraché à la nature tant de ses secrets.

Paris.

S. JANKELEVITCH

RECENSIONI - COMPTES RENDUS

REFERATE - BOOK REVIEWS

S. GÜNTHER - *Vergleichende Mond- und Erdkunde (Géologie et sélénologie comparées)*. In-8, S. xi-193, mit 23 Abb. im Text und 4 Tafeln. Verlag von Fr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig, 1912.

Dans cet ouvrage composé avec soin et avec le souci d'être complet et où on trouve de nombreuses références empruntées à un grand nombre d'auteurs, scientifiques et non scientifiques, de tous les âges, le D.^r Günther passe en revue les différentes opinions qui ont été émises sur les questions profondément intéressantes de la pluralité et de l'habitabilité de « mondes autres que le nôtre ». Il rapporte les idées des anciens philosophes grecs sur les ressemblances ou les dissemblances entre les corps célestes et la terre, les idées plus modernes de Cusanus, Bruno, Kircher, Wilkins, Huygens, Kant, Svedenborg, celles de Flammarion et Proctor, les cosmogonies de Lucrèce, Laplace, Lockyer, Darwin, Arrhenius, etc. La curieuse idée des Grecs, d'après laquelle notre satellite ne serait qu'une sorte de miroir dans lequel nous apercevons le reflet des traits de notre propre planète, a été retrouvée par Humboldt chez les Persans modernes. Lorsqu'il a montré à travers le télescope la Lune à un Persan instruit d'Ispahan, celui-ci lui fit observer : « ce que nous voyons sur la Lune, c'est nous-mêmes, c'est la carte de notre Terre ». Galilée, dont le génie universel éclairait chaque branche de la science, n'est pas non plus resté en arrière en ce qui concerne l'étude de la Lune, et son application du télescope récemment inventé, « à travers lequel l'artiste toscan voit des rivières et des montagnes dans son (il s'agit de la Lune) globe tacheté » (Milton), a révélé pour la première fois quelques-uns de l'énorme masse des détails connus au sélénologiste moderne. Il en

résulte que notre connaissance actuelle de l'hémisphère visible de la Lune est plus avancée que celle d'un grand nombre de parties de notre propre Terre. L'auteur raconte ensuite les améliorations graduelles qu'a subies la sélénographie au cours des XVII^e et XVIII^e siècles. Les taches brillantes et obscures qu'on voit distinctement à l'œil nu et qui sont connues sous le nom populaire de « face de la Lune » ou « l'homme dans la Lune », ont été remplacées dans le télescope par une masse de détails qui nous ont montré dans la Lune le plus beau de tous les corps célestes. Il y existe de grandes plaines que Galilée a appelées océans ou mers (*maria*), quelques plaines plus petites auxquelles il a donné le nom de marais (*paludes*), des chaînes de montagnes en forme de coupes présentant quelque ressemblance avec certains volcans terrestres et considérées souvent comme ayant la même origine; on y distingue encore quelques vallées profondes, étroites et sinueuses qu'on considère comme des rivières et enfin des raies ou rayons d'une coloration brillante qui s'étendent quelquefois à une distance de plusieurs centaines de milles des grands cratères. Les mieux connus et les plus remarquables de ces rayons sont ceux qui se rattachent au cratère Tycho, non loin du pôle Sud de la Lune, et qui constituent, pendant la période de la pleine lune, le caractère le plus frappant de la surface lunaire. Les principaux traits lunaires portent aujourd'hui, pour la plupart, des noms de philosophes et d'astronomes; mais les plaines ou « mers » gardent toujours des noms romanesques tels que « mare imbrium » (mer des pluies), « mare serenitatis » (mer de calme), que leur ont donnés les premiers observateurs, tandis que les noms de princes etc. ont disparu depuis longtemps. Le D.^r Günther donne des reproductions de cartes tracées par Kepler, Galilée et Scheiner. Les dernières photographies lunaires, prises par Loewy et Puiseux, de Paris, et l'« Atlas » de l'Observatoire de Lick (Amérique) supporteront la comparaison avec le meilleur ouvrage des observateurs oculaires et ne sont naturellement pas sujets aux incertitudes et difficultés inhérentes même aux meilleurs ouvrages de ceux-ci.

En prenant la position du cratère Moesting A, qu'on considère généralement de nos jours comme un « point fixe » ou comme l'origine des longitudes, pour point de départ d'un méridien central, l'auteur donne une carte de Mainka et Franz montrant le contour général de la surface lunaire.

En ce qui concerne la température de la surface de la Lune, l'auteur pense que pendant le « jour » lunaire elle atteint probablement le point d'ébullition de l'eau, soit 100° C., tandis que durant la nuit elle peut tomber à — 150° et même à — 200°.

La « Volcanologie » lunaire est discutée dans un long et intéressant chapitre. L'auteur se montre favorable aux hypothèses courantes, et ne prête pas une attention considérable à l'argument

adverse, à savoir que les principaux traits de la Lune résultent du choc et de la chute, au cours des âges primitifs, de vastes masses météoriques. Cette dernière hypothèse, déjà partagée par Humboldt et Gilbert, a été reprise et développée récemment en une théorie cohérente, grâce aux travaux du professeur See, qui l'a exposée dans son ouvrage monumental sur la « Théorie de la Capture ». L'auteur cite encore brièvement la discussion relative aux changements récents survenus à la surface de notre satellite. De légers changements d'aspect sont constatés de temps à autre par des observateurs dignes de foi, mais dans le cas du cratère Linnaeus le changement paraît attesté avec beaucoup plus de certitude. Ce cratère a été décrit par Beer et Maedler qui l'ont reproduit sur leur carte au début du XIX^e siècle, tandis qu'en 1866 Schmidt, d'Athènes, constatait sa disparition. Il a été revu depuis lors, mais son aspect est beaucoup moins net que dans la reproduction de Beer et Maedler. Barnard, Wirtz et Fauth ont examiné la question, mais sans arriver à une solution définitive. Prinz dit expressément: « Le cratère lunaire *Linne* n'a jamais subi de changements » (*Ciel et Terre*, 15, p. 221). Nous pouvons conclure, d'une façon générale, qu'il n'existe pas d'autres changements que ceux qui résultent des variations des conditions atmosphériques terrestres, de l'éclairage, de la puissance télescopique et de l'habileté des observateurs et que la Lune représente un monde sans changements, un monde mort. L'auteur conclut en exprimant l'espoir d'avoir montré que la plupart de ce qu'on peut voir sur la Lune se laisse expliquer à l'aide d'analogies volcaniques et tectoniques terrestres, en tenant compte, bien entendu, des différences qui séparent la Terre de notre « astre voisin ». Ce qui ne l'empêche pas d'admettre qu'il reste encore beaucoup à faire en ce qui concerne l'explication. Un index comprenant les noms des auteurs cités est ajouté au livre du D.^r Günther; cet index, très utile, en augmente considérablement la valeur; on peut en dire autant des diagrammes, tableaux et cartes représentant l'hémisphère visible de la Lune et aussi certaines de ses parties. Il reste à voir si l'espoir exprimé par l'auteur, à savoir que les phénomènes lunaires pourront être expliqués à l'aide d'analogies terrestres, est ou non fondé ou si une méthode d'explication totalement différente ne sera pas plus efficace. Mais son livre n'en présente pas moins une valeur évidente et constitue une monographie très importante et très intéressante sur la sélénologie, une monographie qui ne le cède en rien aux autres ouvrages importants de la série dont il fait partie.

Walthamston.

† F. W. HENKEL

A. DE LAPPARENT - *Volcans et tremblements de terre*. Un vol. in-12, de 376 pages, avec 72 fig. dans le texte. Bloud et C.^{ie}, éd., Paris, 1912.

DE MONTESSUS DE BALLORE - *La sismologie moderne*. Un vol. in-18, de xx-284 pages, avec 64 figures et cartes, dont 16 planches de reproductions photographiques et 2 cartes h. t. Armand Colin, éd., Paris, 1912.

M. Albert de Lapparent a été pendant de nombreuses années un des géologues les plus universellement connus et une des plus sympathiques figures de savant. Mais c'est à cause des qualités mêmes qui l'ont fait connaître que son nom a été vite oublié par les géologues et plus encore par ce public de personnes cultivées et d'étudiants auquel il a été jadis très familier. Il consacra à l'enseignement la plus grande et la meilleure partie de son activité et donna tous ses soins à son bon et clair *Traité de Géologie* qu'il a tenu pendant un quart de siècle au courant du mouvement scientifique. Mais aujourd'hui la vie scientifique elle-même suit un rythme trop rapide, pour qu'on puisse se souvenir à la longue d'une œuvre qui a certes été utile, conduite avec patience et hautement appréciée, mais qui perd tous les jours un peu plus de sa valeur immédiate.

Les qualités de M. Lapparent, professeur et vulgarisateur scientifique, apparaissent dans le livre *Volcans et tremblements de terre*, dans lequel les éditeurs ont réuni onze de ses notices et conférences écrites entre 1887 et 1906. Ce sont des articles scientifiques, mais écrits pour le grand public, dans lesquels l'auteur expose les théories sur les tremblements de terre et les volcans ou décrit des phénomènes sismiques ou éruptifs terrifiants, en réussissant à rester toujours clair et persuasif et en s'élevant toujours du fait particulier aux lois générales. C'est ainsi qu'à propos de tout paroxysme volcanique ou sismique il insiste sur les causes probables et sur le rôle naturel de ces phénomènes qui représentent la vie de notre planète. On trouvera particulièrement instructive la comparaison entre deux leçons sur les tremblements de terre, dont une écrite en 1887, l'autre en 1905. D'après la première, les tremblements de terre feraient partie de la même catégorie que les phénomènes volcaniques et tireraient leur origine des tensions de gaz et de vapeurs intérieures ; dans la deuxième, les deux ordres de phénomènes sont considérés comme nettement distincts et comme des effets des mêmes causes que celles qui font naître les grandes chaînes de montagnes. Cette comparaison reflète très bien 20 années de progrès scientifique.



M. de Montessus de Ballore s'est proposé de donner un exposé clair du but, des méthodes et des résultats de la science moderne

des tremblements de terre. Son livre n'est pas un traité de sismologie, mais une vulgarisation scientifique; et comme telle, il est un ouvrage excellent. L'auteur, qui dirige le service sismologique au Chili, c'est-à-dire dans un des pays les plus sujets aux tremblements de terre, est enthousiaste de sa science et a su exprimer son enthousiasme dans son ouvrage; aussi, malgré l'apparente aridité du sujet, celui-ci se lit avec plaisir. Dans l'ensemble, on peut noter un optimisme peut-être excessif, concernant les résultats actuels de la sismologie et un exposé un peu trop tranché et absolu des théories acceptées par l'auteur. Parmi les tremblements d'origine locale, il aurait pu faire figurer, outre les tremblements volcaniques et par éboulement, les tremblements par explosion attribués, plus particulièrement par quelques géologues italiens, à la rapide vaporisation de masses d'eau ayant pénétré dans des milieux profonds à température très élevée. Plus loin, traitant des applications de la sismologie à l'étude de l'intérieur de la terre, l'auteur explique comment, de la façon dont la vitesse de propagation des ondes sismiques varie avec la profondeur, on peut tirer des déductions sur l'élasticité des couches traversées et sur leur nature; mais cette étude, qui en est encore à ses débuts, l'auteur la considère déjà comme faite et en tire des conclusions qui peuvent être vraisemblables, mais qui pour le moment sont prématurées.

Ce sont là des défauts auxquels peut se soustraire difficilement un livre s'adressant au grand public, lequel ne peut suivre les discussions scientifiques et ne se contente pas de résultats hypothétiques. La plus grande valeur d'un pareil livre doit consister à faire penser et à détruire les idées fausses les plus répandues; et sous ce rapport le livre de M. de Montessus de Ballore ne laisse rien à désirer. Nul mieux que lui ne sait convaincre les lecteurs que les grands tremblements de terre dépendent non des volcans, mais des forces productrices de montagnes. Nul mieux que lui ne sait faire comprendre l'universalité et l'importance du phénomène sismique, avec les 30.000 tremblements de terre perceptibles qui agitent chaque année la croûte de notre planète.

Torino, Politecnico.

MICHELE GORTANI

F. DANNEMANN - *Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange* (Les Sciences naturelles dans leur développement et leurs rapports). Tome I: *Von den Anfängen bis zum Wiederaufleben der Wissenschaften* (Des origines à la Renaissance des Sciences). Un vol. in-8, de vi-374 pages. Tome II: *Von Galilei bis zur Mitte des 18. Jahr-*

hunderts (De Galilée à 1750). Un vol. in-8, de 433 pages. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1910-1911.

Nous manquons vraiment d'une histoire générale des sciences — en quelque langue qu'elle soit écrite. Nous n'avons, dans les divers pays où il ait paru quelques publications à ce sujet — et elles sont des plus rares — que des recueils chronologiques de faits, établis sans critique sérieuse, avec des lacunes, des erreurs, des ignorances (scientifiques si l'auteur est historien, historiques si l'auteur est un savant) qui ne peuvent que nous enlever toute confiance sur la plupart des indications qu'il renferment. On doit s'estimer très heureux encore quand ces recueils ne sont pas remplis d'anecdotes légendaires comme l'invention de la brouette par Pascal (cette brouette qu'on trouve dans je ne sais combien de tableaux flamands ou hollandais du ^{xv}^e ou ^{xvi}^e siècle), la pomme de Newton et *tutti quanti*.

Que dire si des faits on passe aux idées ! Ici, c'est très net. Il n'y a rien, absolument rien. Et pourtant, on devrait commencer à s'apercevoir que ce sont celles-ci, qui, dans l'histoire des sciences, jouent le rôle capital. La formation et le développement de l'esprit scientifique, l'évolution de la pensée scientifique d'une part, l'élaboration, le règne, la déchéance — si ce mot est de mise —, les modifications et les transformations (si l'on veut être plus exact) des idées scientifiques d'autre part, voilà qui est autrement important que telle ou telle découverte de fait particulier. Celle-ci est toujours conditionnée par celles-là, et les grandes découvertes, elles, sont si étroitement liées au développement des idées théoriques qu'elles sont incompréhensibles les unes sans les autres.

C'est donc un effort prodigieusement utile et fécond qu'a tenté M. Dannemann, et dont nous devons lui exprimer toute notre reconnaissance et tous nos remerciements. C'est une contribution des plus heureuses qu'il apporte à tous ceux qui s'occupent de science ou de philosophie, ou d'histoire générale que cette œuvre de si grande envergure. Elle ne prétend pas moins en effet que nous retracer le développement des sciences de la nature (sciences physico-chimiques et biologiques) depuis les origines jusqu'à nos jours, car les deux gros volumes parus et qui épuisent le sujet jusqu'au milieu du ^{xviii}^e siècle doivent être suivis de deux autres, sans doute plus considérables encore. Bien plus ! Sans prétendre nous donner aussi une histoire des sciences mathématiques, il nous en parle pourtant dans la mesure où il est nécessaire d'en parler pour expliquer le développement des sciences physico-chimiques. Que seraient celles-ci, en effet, sans celles-là ? Et comment traiter l'histoire de celles-ci, sans retracer dans une certaine mesure l'histoire de celles-là ?

M. Dannemann a eu une ambition plus haute encore. Il a compris que les sciences ne se développent pas isolément du milieu social. Elles agissent sur la civilisation générale dont elles sont un facteur capital — trop méconnu, trop imprécisément connu surtout — des purs historiens. Et la civilisation générale réagit — est-il besoin de le noter? — sur elles. La science ne se développe que dans une atmosphère favorable. Les époques de barbarie sont des époques d'ignorance. Et c'est dans cette partie de son œuvre qu'il touche, mais hélas! qu'il touche seulement à l'histoire des idées et de l'esprit scientifiques.

On comprend en effet de suite que ce véritablement premier essai d'histoire générale des sciences soit plein d'imperfections encore. En avoir eu l'idée, avoir fait l'effort considérable d'en entreprendre un commencement de réalisation suffit, et largement, à mériter tous les éloges. Aussi la critique doit-elle être aussi bienveillante que possible, mais elle est forcée quand même de montrer le bout de l'oreille. C'est l'intérêt d'un grand travail collectif que nous avons en vue, d'un grand travail collectif éminemment utile à tous. Dissimuler la critique au premier pionnier qui avance sur la voie, au premier du moins dont l'œuvre mérite l'attention par les services qu'elle peut déjà rendre, serait compromettre les œuvres futures que nous attendons sur les traces de celle-ci.

D'abord l'entreprise qu'à rêvé M. Dannemann est impossible aux forces d'un seul homme. Il y faut trop de connaissances diverses, trop de compétences distinctes, trop de travaux préparatoires. Une telle entreprise, j'en ai la ferme conviction, ne peut être menée passablement que si elle est collective, que si elle réunit une collaboration active et compétente.

Ce n'est pas tout. Même avec cette collaboration compétente, elle est actuellement chimérique. On ne peut commencer l'histoire générale des sciences, par une histoire générale des sciences de la nature qui est presque une histoire générale des sciences tout court. On ne pourrait même avec fruit tenter une histoire générale d'une science particulière bien déterminée, sans tomber dans le recueil des faits mal critiqués ou pleins de lacunes dont nous parlions plus haut, ou dans les considérations banales, vagues et générales au mauvais sens de ce mot général.

Ce qu'il faut en ce moment ce sont des monographies d'étendue assez restreinte pouvant par leur juxtaposition, leur collection, fournir des éléments à des généralisations futures, à des travaux plus synthétiques. Ce qu'il faudrait surtout ce sont des études relatives aux idées et à la pensée scientifique. Ce qui a trait à ce dernier point est ce qui laisse le plus à désirer dans l'ouvrage de M. Dannemann. Nous l'avons dit tout à l'heure. A vrai dire, et pour regarder les choses en face, cela n'y existe encore à peu près

pas. Il faut avouer d'ailleurs que la tâche est difficile. Peut-être y pourrait-on préluder par des essais d'attente en quelque sorte sur certaines idées ou sur certaines périodes particulièrement connues déjà grâce à une documentation de première main plus abondante. Il y a eu en effet des moments où s'est précisée et affirmée de façon singulière la philosophie des sciences, où certains génies ont vu plus clairement ses idées directrices. Il est naturel que toute étude un peu générale, dans un domaine aussi peu et mal défriché commence par là.

Dijon, Université.

ABEL REY

- A. PÜTTER - *Die Ernährung der Wasserthiere und der Stoffhaushalt der Gewässer (La nutrition des animaux aquatiques et la composition des milieux aquatiques)*. In-8, S. x-168. Verlag von Gustav Fischer, Jena, 1910.
- J. LOEB - *La Fécondation chimique [Parthénogénèse artificielle]*. Traduit de l'allemand par Anna Drzewina. Un vol. in-8, de x-366 pages. Édition du « Mercure de France », Paris, 1911.
- F. CZAPEK - *Chemical Phenomena in Life (Phénomènes chimiques de la vie)*. A vol. in-16 (of the *Harper's Library of Living Thought*), of VIII-152 pages. Harper & Brothers, publish., London and New York, 1912.
- J. A. THOMSON - *Introduction to Science (Introduction à la Science)*. A vol. in-16 (of the *Home University Library*), of 254 pages. Williams and Norgate, publ., London; Henry Holt & Co., publ., New York, 1912.
- H. E. CRAMPTON - *The Doctrine of Evolution. Its Basis and Scope (La fondation et les applications de la doctrine de l'évolution)*. A vol. in-8, of VII-311 pages. Columbia University Press, New York, 1911.

M. le professeur Pütter s'impose un problème très difficile et en tente une solution très originale. Il se demande en effet à quelles sources les animaux aquatiques puisent leur nourriture et il répond que la plupart d'entre eux la tirent en grande partie des matières organiques dissoutes dans l'eau, au lieu de se nourrir entièrement, selon l'opinion généralement admise, d'autres organismes. Cette théorie présente un caractère révolutionnaire, mais M. Pütter a beaucoup de preuves valides à citer à son appui. Il commence par montrer que l'intensité du métabolisme d'un animal quelconque est proportionnelle, d'une façon générale, non à sa masse, mais à sa surface d'absorption, d'où il résulte que l'intensité du métabolisme des petits animaux qui forment le gros des êtres vivant dans les milieux aquatiques doit être plus élevée que chez les animaux plus grands sur lesquels portent ordinairement les investigations physiologiques. Ainsi, la plupart des animaux marins exigent une quantité énorme de nourriture, quantité beaucoup plus grande que celle

qu'ils peuvent obtenir en faisant leur proie d'autres organismes. Ils doivent donc se nourrir en grande partie, poursuit M. Pütter, de la matière organique non formée, dont la présence dans la proportion moyenne de 10 à 20 milligr. par litre a été démontrée dans la plupart des eaux naturelles. M. Pütter cite encore en faveur de cette conclusion des preuves expérimentales, et montre notamment que certains animaux aquatiques, y compris des animaux ayant une organisation élevée, tels que les poissons, peuvent vivre et croître dans des eaux qui ne renferment aucun organisme capable de servir de nourriture, mais où se trouvent en solution des substances telles que l'asparagine et la glycérine. La principale source de matière organique qui, d'après M. Pütter, est si importante pour la nutrition aussi bien des animaux marins que de ceux d'eau douce, semble être constituée par les algues des eaux de surface.

M. Pütter émet l'intéressante théorie que non seulement le canal alimentaire, mais aussi la surface générale, et plus particulièrement les branchies, d'un grand nombre de créatures aquatiques agissent comme des organes d'absorption, — supposition qui est d'une importance considérable pour l'anatomie et la physiologie comparée de ces groupes. Cette théorie, associée à la théorie des « détritiques », récemment émise par Petersen, concernant la nutrition des organismes marins, projette beaucoup de lumière sur le fait que l'on trouve si souvent des animaux marins ayant leurs estomacs vides de toute nourriture reconnaissable.

Les résultats de M. Pütter sont, on le sait, encore sujets à discussion et peuvent subir certaines modifications. Mais sa théorie est tout à fait remarquable et, si elle était prouvée, elle exercerait une grande influence sur la physiologie générale. Elle a, tout au moins, le grand mérite de réveiller les physiologistes et surtout les naturalistes, qui se consacrent à l'étude des organismes aquatiques, de leur « sommeil dogmatique ». Elle montre que les idées généralement admises en ce qui concerne les « conditions de production » dans la mer exigent une révision considérable, sinon une modification fondamentale.

••

Nous sommes heureux de posséder sous une forme très commode un exposé complet, suivi d'une discussion, des expériences classiques du professeur Loeb sur la parthénogénèse artificielle. Depuis qu'il a fait, en 1899, la découverte originale d'une méthode, grâce à laquelle le développement des œufs non-fécondés des oursins pouvait être mis en branle par des stimuli de nature purement chimique, beaucoup d'eau a coulé sous les ponts; beaucoup d'autres méthodes ont été découvertes pour provoquer la parthénogénèse artificielle dans plusieurs variétés d'œufs. Dans le livre dont nous

nous occupons, M. Loeb attire tout particulièrement l'attention sur la méthode qu'il a élaborée en 1905, méthode à peu près infaillible dans ses résultats. Elle consiste à traiter l'œuf pendant quelques minutes avec une faible solution d'un acide gras monobasique, à replacer ensuite l'œuf pendant 15 à 20 minutes dans de l'eau de mer où se forme la « membrane de fertilisation » et à le traiter en dernier lieu et pendant une durée déterminée avec de l'eau de mer rendue légèrement hypertonique à l'aide de chlorure de sodium. La solution hypertonique doit renfermer de l'oxygène libre, et la présence de ions hydroxyliques accélère le processus.

C'est sur ces faits et sur beaucoup d'autres, au sujet desquels il se livre dans ce volume à une discussion approfondie, que M. Loeb édifie une théorie générale de la fécondation chimique. Le stimulant essentiel du développement est constitué par une légère cytolyse de la substance périphérique de l'œuf, cette cytolyse aboutissant dans beaucoup de cas (et toujours dans la fécondation naturelle par le sperme) à la formation de la membrane de fertilisation. Cette modification de la couche superficielle de l'œuf a pour conséquence directe une brusque accélération des processus d'oxydation dans l'œuf. Mais dans beaucoup d'œufs, pas dans tous cependant, le processus cytolytique, qui sert à activer le développement, tend à atteindre un degré nuisible à l'œuf en déterminant parfois sa complète désintégration. On peut prévenir cet effet secondaire de la fécondation en traitant l'œuf avec une solution hypertonique, selon la description donnée plus haut, ou en le privant pour quelque temps d'oxygène. Appliquée aux phénomènes de la fécondation naturelle, la théorie implique que le sperme introduit dans l'œuf une lysine, laquelle, en modifiant la couche périphérique, accélère les processus d'oxydation et, à côté de la lysine, une autre substance qui empêche les progrès ultérieurs de la cytolyse commencée par la lysine.

Nous ne sommes pas convaincu que cette théorie soit tout à fait satisfaisante, et il nous semble difficile de l'appliquer, par exemple, aux cas extraordinaires décrits par Bataillon, où il suffit d'une piqure d'épingle pour déclencher le développement de l'œuf de grenouille. Le processus n'est pas bien élucidé à l'aide duquel la cytolyse superficielle détermine une accélération des processus d'oxydation dans la cellule, et plus particulièrement dans le noyau. Loeb attire encore l'attention sur ce fait paradoxal que, tandis que l'œuf non fécondé est un organisme anaérobie mourant lentement à la suite de l'oxydation, l'œuf fécondé est activement aérobie et ne se développe et ne croît qu'en présence de l'oxygène. La fécondation transformerait donc un organisme anaérobie en un organisme aérobie. M. Loeb explique cette transformation de la façon suivante: « Le spermatozoïde apporte donc nécessairement dans l'œuf, à côté de

la substance activante, une autre substance encore, qui permet à l'œuf de résister aux oxydations.... Dans la parthénogénèse artificielle, l'action du spermatozoïde à cet égard est remplacée par un traitement de courte durée au moyen d'une solution hypertonique, ou encore par une inhibition plus prolongée des oxydations de l'œuf » (p. IX). Cet essai d'explication, assez peu satisfaisant en lui-même, paraît se trouver en contradiction formelle avec quelques-uns des faits cités dans ce livre et qui montrent que la simple « activation » de l'œuf suffit souvent à déterminer le développement normal. La fécondation nous réserve toujours quelques énigmes.

Le livre est bourré de faits, et si certains d'entre eux ne s'accordent pas toujours avec les théories de l'auteur ou même avec sa manière de raisonner, il n'en est moins intéressant et stimulant. La traduction est excellente.



M. le professeur Czapek, spécialiste distingué dans la physiologie chimique de la cellule végétale, a entrepris la tâche difficile de condenser en 150 petites pages un exposé de nos connaissances actuelles relatives aux processus chimiques qui se déroulent dans les êtres vivants. Il s'en est acquitté admirablement, au prix, çà et là, d'un traitement un peu trop sommaire de la question. Mais son livre n'est jamais superficiel.

L'ouvrage donne un résumé des plus utiles des découvertes de ces dernières années relatives aux propriétés chimiques du protoplasma, à leurs rapports avec les propriétés des autres colloïdes, à l'influence que les conditions extérieures, plus particulièrement la température, exercent sur leurs réactions; il contient un chapitre long et bien conçu sur l'action des enzymes et un autre sur la production par l'organisme d'antitoxines et d'autres anti-corps. M. Czapek est naturellement convaincu de l'énorme valeur que présentent les méthodes physico-chimiques pour l'élucidation du processus vital, et les brillants résultats qui ont été obtenus jusqu'à ce jour grâce à ces méthodes justifient amplement cette confiance. Il reconnaît cependant que décrire les différents processus vitaux en termes physico-chimiques est une chose, et prouver que les lois de la chimie et de la physique fournissent une explication complète de la vie, en est une autre. « Le trait frappant de l'état actuel de la science biologique, écrit-il, consiste en ceci que rien de ce que nous découvrons ne donne une explication suffisante de l'intime connexion, de l'admirable régulation de tous les processus de la substance vivante » (p. 123). Il admet également que les phénomènes psychologiques sont étrangers au but de l'explication physico-chimique. La vérité est que les méthodes physico-chimiques,

bien qu'entièrement légitimes et d'une valeur incomparable, lorsqu'il s'agit de mettre au jour des découvertes nouvelles, devront être complétées par d'autres méthodes, plus distinctement biologiques, avant que nous puissions espérer obtenir une compréhension de *tous* les phénomènes de la vie.



Dans son charmant petit volume, intitulé *Introduction à la science*, M. le professeur Thomson reconnaît cette hiérarchie des méthodes et se refuse avec raison à placer la biologie sur le même niveau que les sciences de la nature inorganique. « Il nous semble, écrit-il, qu'il existe *plusieurs* sciences de la Nature et que dans deux d'entre elles on a besoin d'autres catégories que les catégories mécaniques. 1. Il y a l'ordre *physique* de la Nature, le monde inorganique, où le mécanisme règne en maître. 2. Il y a l'ordre *vital* de la Nature, le monde des organismes, où le mécanisme se montre insuffisant. 3. Il y a l'ordre *psychique* de la Nature, le monde de l'esprit, où le mécanisme ne trouve aucune place. Il existe ainsi trois sciences fondamentales, Physique, Biologie, Psychologie, ayant chacune ses questions, ses catégories et ses formules caractéristiques » (p. 163).

L'ouvrage du professeur Thomson se distingue par une fraîcheur et une largeur de vues, assez rares dans les livres de ce genre. Il montre, comme le font peu d'entre eux, que la science n'est et ne doit être qu'une partie de la vie, et que les autres activités de l'homme, l'émotionnelle et la pratique, doivent également avoir leur part dans la vie. Il discute les principes fondamentaux de la méthode scientifique et les rapports entre la science et les autres activités de la vie dans une série de chapitres portant comme titres: « Le but de la Science », « Classification des Sciences », « La Science et la Philosophie », « La Science et l'Art », « Utilité de la Science ». Nous avons lu avec un plaisir tout spécial le chapitre sur la Science et l'Art où des vérités fines et exactes sont admirablement bien exprimées.

C'est un livre de valeur, rafraîchissant et stimulant.



Dans un volume, intitulé *La doctrine de l'évolution*, M. le professeur Crampton publie la substance d'une série de conférences qu'il a faites en 1906-7 devant un public cultivé, bien que peu expert, de New-York. Il s'occupe des données de l'évolution organique et de ses relations avec la « vie humaine supérieure », montrant comment le concept d'évolution s'applique à la nature

physique, sociale et morale de l'homme. Son exposé de la théorie de l'évolution dans son application au monde animal a le mérite de la simplicité et d'une certaine originalité d'illustration, et c'est pour ces mérites que le livre doit être recommandé. La seule faute que nous puissions lui reprocher, et qu'il partage d'ailleurs avec la plupart des exposés populaires de la théorie de l'évolution, est celle d'une acceptation, plutôt dépourvue de critique, du matérialisme comme de la seule méthode possible de la science. Il nous semble qu'il est peu prudent de dogmatiser sur ce point.

Nous ne sommes pas du tout d'accord avec l'affirmation dogmatique suivante: « Weismann et ses partisans ont prouvé qu'une substance particulière faisant partie du noyau de l'œuf et de ses produits dérivés contient le facteur essentiel du développement » (p. 71), car quelle que soit la valeur de l'idée de continuité germinale, l'hypothèse de l'existence d'une substance germinale réelle et de sa localisation dans une partie déterminée de l'œuf est bien loin d'être « prouvée ».

London.

E. S. RUSSELL

- H. PIÉRON - *Le problème physiologique du sommeil*. Un vol. in-8, de xvi-520 pages, avec figures. Masson et C.^{ie}, éd., Paris, 1913.
- A. CREAZZO - *Studio sulla morte apparente e la morte reale (Étude sur la mort apparente et la mort réelle)*. Un vol. in-8, de 185 pages. Ermanno Loescher, éd., Roma, 1913

M. Piéron, élève du grand biologiste que fut le regretté A. Giard et de l'excellent physiologiste qu'est M. Dastre, ne pouvait aborder l'étude du sommeil qu'en l'envisageant aux deux principaux points de vue: le biologique et le physiologique. Le premier n'est pas traité bien à fond et la partie qui lui est consacrée est très brève, ce qui s'explique par le fait que nos connaissances relatives à la physiologie comparée du sommeil sont encore à peu près nulles (j'ai fait des essais se rapportant à cette question sur quelques animaux terrestres et sur les animaux marins de l'aquarium de Naples).¹ Mais l'auteur reconnaît lui-même que la solution d'un grand nombre de problèmes relatifs au sommeil doit être cherchée dans des études d'hypnologie portant tout particulièrement sur les animaux inférieurs.

Dans les chapitres suivants, il passe en revue tous les phénomènes physiologiques concomitants qu'on observe dans le sommeil

¹ « Institut général psychologique », T. XI, 1911. « Archiv für Naturgeschichte », 78. Jahrg. 1912.

de l'homme et des vertébrés supérieurs. C'est ainsi qu'il parle de l'état de la circulation, de la respiration, des phénomènes de digestion et de sécrétion, de la thermogénèse et des phénomènes sensorio-moteurs qui s'observent dans le sommeil et s'y comportent d'une façon plus ou moins caractéristique.

Dans la deuxième partie de sa monographie, il étudie les états analogues au sommeil, tels que le coma, la narcose, l'hypnose, la léthargie humaine et celle des animaux, et il finit par une comparaison très satisfaisante entre ces états et le sommeil au sens strict du mot.

La dernière partie, qui est assurément la plus importante et la mieux conduite de toute la monographie, a trait aux expériences physiologiques faites par l'auteur en vue de résoudre la question de la genèse du sommeil. M. Piéron nous avertit d'ailleurs qu'il n'a entrepris ses longues études (qui ont duré presque dix ans et dont beaucoup ont été faites en collaboration avec M. Legendre) que dans le but d'asseoir la question de la genèse du sommeil sur une base expérimentale. Les résultats les plus importants de ses expériences, exécutées principalement sur des chiens, peuvent se réduire à trois et convergent tous vers cette conclusion que le sommeil est un phénomène d'origine toxique. Une veille prolongée (de 150 à 293 heures) est toujours accompagnée d'altérations des cellules nerveuses (ces altérations ont été étudiées par les méthodes de Nissl et Bielchowsky) des couches profondes de la région frontale du cerveau. Ces modifications cellulaires sont en rapport avec le besoin de sommeil et disparaissent totalement, lorsque l'animal a pu se reposer et dormir.

En même temps que le besoin impérieux de sommeil, se développe dans le sang, dans le liquide céphalo-rachidien et dans le cerveau une substance toxique transmissible, par une injection dans le quatrième ventricule, à d'autres animaux normaux, chez lesquels il provoque toujours un besoin impérieux de sommeil et les lésions cellulaires caractéristiques de l'insomnie.

Cette hypnotoxine est détruite, si on la chauffe à 65°; elle ne dialyse pas et ne traverse pas les ultra-filtres de collodion; elle disparaît à la suite d'une oxydation prolongée et se retrouve dans cette partie du serum du sang qui est insoluble dans l'alcool et soluble dans l'eau distillée.

Le besoin impérieux de sommeil serait le résultat non d'un épuisement, mais d'une fatigue cérébrale (ce qui confirme une idée de Verworn): la destruction normale de ce produit de désassimilation, de cette toxine, doit, d'après l'auteur, se faire par un mécanisme d'oxydation s'accomplissant pendant le sommeil. Cette destruction se ferait moins rapidement que la formation de la toxine à l'état de veille: ce sont des processus antitoxiques et réparateurs

qui remettent les cellules cérébrales en état de fonctionnement normal.

En publiant son livre, M. Piéron a eu le grand mérite, dont nous devons lui être très reconnaissants, d'attirer l'attention des savants sur un phénomène aussi important que le sommeil, qui comprend le tiers de la vie humaine. Cette question est en effet tout à fait négligée dans les traités de physiologie, où elle se trouve à peine mentionnée, tandis que certains la passent complètement sous silence.

La critique que l'auteur fait des différentes théories relatives à la genèse du sommeil est assez complète. Les expériences qu'il a exécutées sont bien exposées, avec clarté et dans un langage scientifique. Le volume se termine par un index bibliographique très volumineux (62 pages) et composé avec soin.

Puisse ce livre du distingué directeur du Laboratoire de psychologie physiologique de la Sorbonne inciter d'autres savants à entreprendre des études sur des questions de biologie aussi générales, aussi intéressantes et d'une importance aussi capitale que celle du sommeil, au lieu de se perdre en des recherches de détail, sur des questions particulières et accessoires. Ce serait pour M. Piéron la meilleure récompense des longs efforts qu'il a faits dans le but de nous aider à comprendre une question aussi difficile.



La question traitée par M. Creazzo a une importance moindre au point de vue de la biologie générale. Après avoir parlé de l'activité biologique latente chez les vertébrés inférieurs, il passe en revue la littérature sur la mort apparente et sur la mort réelle chez l'homme et s'occupe ensuite de tous les problèmes qui se rattachent au passage de la vie à la mort, en considérant non seulement l'organisme humain dans son ensemble, mais aussi les organes et les tissus dont il est composé. La conclusion à laquelle il aboutit (p. 135) est « que, en dehors de la putréfaction manifeste, il n'existe pas un seul signe de mort qu'on puisse envisager comme certain dans tous les cas; et tous les signes qui ont été proposés, pris individuellement, doivent être considérés comme douteux ».

En terminant, l'auteur expose avec beaucoup de détails les moyens qui ont été imaginés en vue d'empêcher les inhumations prématurées.

Napoli, Aquarium.

OSV. POLIMANTI

ALPHONSE DE CANDOLLE - *Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten seit zwei Jahrhunderten, nebst anderen Studien über wissenschaftliche Gegenstände, insbesondere über Vererbung und Selektion beim Menschen (Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles, suivie d'autres études sur des sujets scientifiques, en particulier sur la sélection dans l'espèce humaine)*. Deutsch herausgegeben von Wilhelm Ostwald (« Grosse Männer, Studien zur Biologie des Genies », Band 2). In-8, S. xx-446. Verlag von « Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. », Leipzig, 1911.

Cet ouvrage de M. de Candolle, que M. Ostwald a tiré d'un oubli immérité en en publiant une traduction allemande d'après la deuxième édition française publiée en 1885 (la première est de 1873), présente une importance scientifique considérable: on y trouve déjà, en effet, formulées d'une façon plus ou moins claire, un grand nombre des lois que M. Ostwald lui-même a cru pouvoir établir à la suite de ses études connues sur la biologie du génie (voir « Scientia », IX, 212; 1911). L'ouvrage de de Candolle ne forme pas toutefois un tout complet; c'est plutôt un ensemble de recherches isolées qu'un lien intime rattache bien les unes aux autres, mais qui ne peuvent être considérées comme un exposé systématique de la question. Aussi nous bornerons-nous à relever, de l'ensemble de l'ouvrage, quelques-unes des ses particularités les plus marquantes.

De Candolle commence son exposé, en attirant l'attention sur l'importance que présente le don d'observation qui doit être cultivé dès l'enfance, et tout particulièrement par un enseignement approprié du dessin. Et il rappelle combien souvent ce don manque chez les adultes.

Il attribue une importance toute particulière aux progrès de l'observation dans les sciences sociales. Tout en admettant que l'étude de l'histoire est une préparation indispensable à l'étude de ces sciences, il n'en insiste pas moins sur la grande utilité de l'observation personnelle qui facilite l'intelligence des choses, en permettant de s'en faire une idée par analogie. L'observation des phénomènes sociaux a pris un grand développement au cours de ces dernières décades. Et, malgré cela, les progrès sont très lents dans ce domaine car, dès que des chercheurs sérieux ont établi la vérité sur une époque ou sur un événement, on voit paraître des romans et des articles de journaux tendancieux qui voilent de nouveau la vérité et rétablissent l'erreur. La lutte entre la vérité et le mensonge ne cesse jamais en sociologie, et c'est ce qui explique qu'elle soit si en retard sur les autres sciences.

La statistique est une des formes du procédé d'observation. Elle doit satisfaire à trois conditions: amour de la vérité, sens méthodique et raison saine. L'abondance de mauvais travaux sta-

tistiques prouverait que ces trois conditions se trouvent rarement réunies.

De Candolle consacre des recherches importantes à l'influence de l'hérédité et de la sélection sur le développement du genre humain. Il s'occupe d'abord de la ressemblance entre parents et enfants et passe ensuite du caractère familial au caractère national. Il abandonne ensuite les généralités pour aborder l'analyse de personnes déterminées et cherche à établir avec le plus grand soin la fréquence relative avec laquelle on constata chez eux certains caractères physiques et psychiques.

Comme Darwin, il distingue une sélection naturelle et une sélection artificielle. Il décrit la sélection chez les sauvages, les barbares et les peuples civilisés et recherche les conditions dans lesquelles la sélection s'accomplit. Il note également, en passant, cette singulière sélection dans les associations d'hommes ou de familles qui se réunissent en groupes, afin d'obtenir certains privilèges et droits, comme c'est le cas par exemple de l'aristocratie et des juifs. Il parle ensuite de l'avenir du genre humain qu'il fait dépendre de la faculté d'adaptation. Les individus ou générations incapables de s'adapter à de nouvelles conditions sont voués à la disparition.

La cinquième partie traite des épidémies, de leurs aggravations et atténuations et de l'action variable des moyens de défense. Quand une épidémie sévit, beaucoup succombent, et ceux qui restent constituent l'élite qui a su lui résister ou n'a seulement pas été atteinte. Cette élite transmet aux générations suivantes sa faculté de résistance qui se maintient jusqu'à la troisième génération. Quand l'immunité contre l'épidémie est épuisée, celle-ci peut recommencer son œuvre meurtrière.

La plus grande partie de l'ouvrage est occupé par les considérations sur « les savants et la science depuis deux siècles ». De Candolle voit une grande importance pour l'histoire de la science dans les nominations de leurs membres faites par les grandes académies. Il considère ces nominations comme des documents d'une valeur incomparable. Aussi donne-t-il, dans des tableaux munis de brèves notices biographiques, les noms des membres étrangers de l'Académie des Sciences française de 1660 à 1882, en y ajoutant les noms des membres correspondants pour certaines années. Suivent les listes des membres de la Royal Society et de l'Académie des Sciences de Berlin, des membres étrangers seulement, car dans les nominations de ceux-ci « n'interviennent pas les intérêts personnels et le savant n'est jugé que d'après ses œuvres ».

Vient ensuite l'énumération des membres de ces trois académies d'après leur spécialité: mathématiques et sciences naturelles. Et à ce propos l'auteur recherche les causes qui « déterminent le nombre, l'orientation et la réussite des savants ».

Dans d'autres tableaux, l'auteur donne la subdivision des savants d'après leur nationalité, et ici encore il cherche à dégager les causes qui favorisent ou paralysent le développement de la science.

Il est regrettable que M. Ostwald n'ait pas cru devoir compléter cette traduction en y ajoutant ou en citant les nouvelles données dont nos connaissances se sont enrichies depuis la publication de la deuxième édition de l'original. Mais il pense que « la valeur actuelle de l'ouvrage est encore tellement grande que son adaptation à nos nouvelles connaissances n'ajouterait rien à son intérêt suffisamment vif ».

Clausthal i. H.

WERNER MECKLENBURG

- E. CHURCHILL SEMPLE - *Influences of geographic Environment, on the Basis of Ratzel's System of Anthropogeography* (*Les influences du milieu géographique selon les principes anthropogéographiques de Ratzel*). A vol. in-8, of xvii-683 p., with 22 maps. Constable & Co., publ., London, 1911.
- A. C. HADDON - *The Wandering of Peoples* (*Les migrations des peuples*). A vol. in-18, of 124 pages with 5 maps. The University Press, publish., Cambridge, 1912.

Le premier de ces deux livres est un manuel de « géographie humaine », qui se réclame explicitement des principes posés par Ratzel dans son *Anthropogeographie*. L'auteur y expose les influences diverses qu'exerce le milieu physique sur l'homme social; mais il les étudie dans un esprit un peu différent de celui qui domine les ouvrages de Ratzel. Celui-ci était surtout un découvreur, un suggestionneur, un éveilleur d'idées; il énonçait des principes riches de conséquences sans trop s'inquiéter de les démontrer, en se bornant à les illustrer par des exemples pris de toutes parts et un peu au hasard. L'auteur du présent livre cherche au contraire à tirer les principes de la géographie humaine de la généralisation d'expériences particulières précises. C'est la méthode qu'à suivie partiellement M. Brunhes dans son récent ouvrage sur la *Géographie humaine*; et M^{me} Semple elle-même avait commencé la vérification expérimentale des théories de Ratzel, dans un livre que nous avons signalé ici-même,¹ où elle cherchait à déterminer en quelle mesure ces théories pouvaient rendre compte de l'histoire politique, sociale et économique du Nouveau-Monde. L'auteur ne s'est donc point préoccupée de poser des définitions abstraites et d'énoncer des formules générales; elle n'a point tenté de tracer les limites de la

¹ *American History and its geographic Conditions*. 1902.

géographie humaine par rapport aux autres sciences; elle a cherché seulement, par la méthode des variations concomitantes, dans quelle mesure les similitudes sociales constatées entre divers peuples pouvaient résulter de la similitude des milieux physiques où ils vivent. C'est dans cet esprit que sont étudiées les principales questions que pose depuis Ratzel la géographie humaine; influence de la « situation » et de l'espace occupé, rôle des « limites » et en particulier des côtes, influence du régime des eaux et du climat.



L'ouvrage de M. Haddon se rattache en quelque sorte au précédent parce qu'il expose sommairement ce qu'ont été les mouvements des peuples rapportés à leur milieu géographique. En une série de brefs chapitres suivis de quelques notes bibliographiques et accompagnés de cartes, l'auteur cherche, en effet, à expliquer principalement par des causes physiques les grandes migrations humaines. Après quoi il en apprécie les conséquences économiques et sociales, dont la principale est l'affaiblissement des traditions religieuses et politiques.

Cairo, Khedivial School of Law.

RENÉ MAUNIER

J. A. DEALEY and F. WARD - *A Text-book of Sociology (Manuel de sociologie)*. The Macmillan Co., publish., New-York, 1907.

A. W. SMALL - *The Meaning of Social Science (La valeur de la sociologie)*. A vol. in-8, of vii-309 p. The University of Chicago Press, Chicago, 1911.

Ces deux ouvrages peuvent être réunis dans le même compte rendu, aussi bien à cause de l'affinité du sujet qu'à cause de l'esprit dans lequel ce sujet est traité.

Le premier est un compendium de *Pure Sociology* et d'autres ouvrages de M. Ward: cet auteur pose la psychologie à la base de la sociologie et, reconnaissant que les forces psychiques sont réelles et naturelles comme les forces physiques, voit en elles la véritable cause de toute la phénoménologie sociale. On peut qualifier sa doctrine de téléologique, en ce qu'elle nie la socialité naturelle de l'homme et considère que l'association humaine résulte de la reconnaissance des avantages qui s'y rattachent: la sociologie est la *scientia scientiarum* qui admet comme données primaires les principes généraux des autres sciences et comme données spécifiques les faits réunis et ordonnés par les sciences sociales dont elle est la synthèse. Vu sa complexité, son exactitude ne se révèle que

dans les généralisations les plus élevées. On aborde la sociologie à travers l'histoire : histoire naturelle de l'homme et « *Kulturgeschichte* » ; l'objet propre de la sociologie sont les activités, les résultats, les produits, bref l'« *achievement* » humain ; celui-ci à pour condition la continuité sociale qui se rencontre seulement dans les races historiques (les autres étant l'objet non de la sociologie, mais de l'anthropologie) et pour caractéristique une accumulation de connaissances obtenue par le travail collectif.

L'évolution en général n'est pas seulement genèse, mais synthèse créatrice d'éléments donnés : est créatrice la nature inanimée, dominée par des causes efficientes ; la nature animée, dominée par des causes « *conative* » ; l'humanité et la société, dominées par des causes finales ; l'intelligence qui se manifeste dans l'art et dans l'invention (« *poësis* ») a créé la société et crée incessamment de nouveaux mondes sociaux. Dans la société on distingue l'agent dynamique (affectivité et volonté) et l'agent directif (intelligence). Les forces sociales sont physiques, c'est-à-dire ontogéniques et phylogéniques — faim et amour, — et spirituelles ou sociogéniques (morales, esthétiques, intellectuelles). L'action de ces forces dans le développement spontané de la société est l'objet d'une partie de la sociologie, à savoir de la mécanique sociale : la statique sociale étudie les produits (structures sociales) des forces agissant d'après le principe de la synergie sociale : ces forces, prises en elles-mêmes, seraient toutes destructives, mais elles deviennent productives, par effet d'inhibition, de coercition, d'équilibre réciproque ; la dynamique sociale étudie les changements qui se produisent dans le type des structures, sous l'action de trois principes dynamiques : différence de potentiel (le croisement de la civilisation trouble l'équilibre des structures, en transformant la stabilité en labilité), innovation (l'exubérance psychique rompt la monotone répétition de l'hérédité sociale), effort (l'énergie sociale est appliquée à la transformation du milieu).

L'agent directif parvient à dominer l'agent dynamique ; à la méthode inconsciente et génétique, suivie dans la formation des structures sociales, s'ajoute ainsi une autre méthode de gouverner les énergies sociales : la méthode téléique suivie par l'esprit.



M. Small développe en dix leçons des idées analogues à celles de son maître Ward. Tout se tient dans l'expérience humaine, qui est une unité de « *psycho-physical interconnections* » ; la science sociale, qui a pour but de l'interpréter, doit donc aussi devenir une. Mais de nos jours il n'existe pas de véritable coopération entre les soi-disant sciences sociales, qui présentent tous les inconvénients

de l'isolement réciproque, sans offrir les avantages de la division du travail. Il convient donc de réaffirmer sociologiquement l'unité de l'expérience humaine, c'est-à-dire de l'évolution des fins humaines, et des actions et réactions humaines dans la poursuite de ces fins variables, évolution qui se fait dans les conditions posées par les réactions entre les hommes et la nature physique. L'attrait des catégories verbales en lesquelles a été décomposée la réalité unitaire, a fait oublier que cette réalité se compose tout simplement d'hommes qui prêtent attention, évaluent, se posent des fins, mettent en œuvre des moyens, tournent vers des objets nouveaux leurs propres personnalités modifiées par l'effort; et ainsi de suite dans des proportions variables, par cycles récurrents et, pour ce que nous en savons, infinis, dans lesquels l'élément de signification finale et centrale est fourni par les hommes, soit qu'ils collaborent, soit qu'ils s'opposent les uns aux autres, par des hommes qui éternellement se manifestent et éternellement deviennent ce qu'ils n'étaient pas, qui éternellement faillissent à leurs promesses et éternellement les renouvellent, mais malgré tout cela et à cause de tout cela donnent éternellement à la réalité totale toute la valeur que nous pouvons y découvrir. Cette matière devrait être élaborée par l'activité, non isolée, mais organisée, des savants s'occupant de sciences sociales. Celles-ci sont les termes particuliers d'une formule qui énonce la tâche de la science sociale dans son ensemble, cette science ayant pour objet l'évolution des valeurs humaines. D'abord les expériences de la vie doivent être interprétées dans leur valeur téléologique, puis les hommes doivent être interprétés comme des valeurs qui évoluent. La science sociale est auto-conscience des valeurs produites jusqu'à ce jour, perception d'autres valeurs réalisables, technique destinée à en favoriser la production, et enfin production des valeurs mêmes. Si la science sociale ne veut pas se borner à disséquer des faits morts et à être une nécrologie d'hommes morts, elle ne doit pas se contenter de prendre connaissance des faits (phase descriptive) et de leurs connexions causales (phase analytique), mais doit aussi prendre comme « terminus a quo » les moyens mis en œuvre pour atteindre des buts déterminés, et juger de la valeur de ceux-ci et des moyens en relation avec eux. Et la relativité nécessaire des jugements sur la désirabilité des fins sera compensée par la coopération de savants représentant la plus grande variété possible d'intérêts humains, et occupés à soumettre leurs jugements particuliers à une échelle d'appréciation qui assigne à chacun des intérêts considérés la place qui lui est due (phase valutative). Vient en dernier lieu (dans l'ordre logique plutôt que chronologique) le processus d'application des forces humaines à la production des choses, de conversion des appréciations en vie (phase constructive), ce qui ne dépasse pas le domaine de la science. La

science sociale, en tant qu'elle produit des valeurs, élève la personnalité, élargit la vie et influe sur nos destinées, est de l'humanisme et fournit à la religion un contenu réaliste qui vient se substituer à son contenu ritualiste et mystique.

Ferrara.

LUDOVICO LIMENTANI

GINO DALLARI - *Il nuovo contrattualismo nella filosofia sociale e giuridica*
(*Le nouveau contractualisme dans la philosophie sociale et juridique*).
Un vol. in-8, di 489 pag. Unione Tipografica Torinese. Torino, 1911.

Ce travail, qui se propose d'examiner le courant philosophique du nouveau contractualisme, lequel se présente sous des dehors plus scientifiques que l'ancien, est une œuvre essentiellement critique, puisque l'auteur entend réduire à ses véritables termes la valeur cognitive des doctrines néo-contractualistes qui se vantent d'avoir leurs fondements positifs dans l'histoire. Toutes ces doctrines, malgré les différences qu'elles présentent dans leur développement particulier, s'accordent à admettre que la contractualité « est la suprême tendance univoque de l'évolution historique des sociétés progressives », tendance qui se résume en ce que la vie sociale passe d'un régime d'autorité à un régime de contrat. L'idée fondamentale a été lancée par Sumner Maine; Spencer et De Greef l'ont recueillie et ont entrevu dans l'histoire « un processus de redemption de l'autonomie individuelle et de décadence du pouvoir »; et Fouillée, tout en reconnaissant au pouvoir une fonction d'unification et de direction, a soutenu que cette fonction doit se constituer de plus en plus d'après certains principes propres à lui conférer un caractère contractuel. Mais l'histoire, que l'auteur interroge consciencieusement et sans passion, loin de confirmer les théories des néo-contractualistes, montre au contraire que les grands États modernes, qui sont le produit d'une longue évolution historique, suivent une politique de centralisation et de direction tendant à fondre harmonieusement les forces antagonistes de la société et à subordonner l'action déréglée et parfois même anarchique des individus et des groupes sociaux aux intérêts suprêmes de l'État et aux fins de la collectivité. Il est vrai, dit l'auteur, que les règles politiques et juridiques, ayant une large base dans le consensus de la communauté et étant codifiées, ont perdu le caractère d'une contrainte extérieure et autoritaire, pour acquérir celui de la légalité, qui s'impose « comme une raison plutôt que comme une force »; et il est également vrai que les citoyens, participant activement à la solution des questions politiques et législatives, ont « le sentiment »,

dit l'auteur (l'illusion, dirions-nous), « de n'obéir qu'à leur propre volonté », mais, malgré cela, le libre contrat est loin d'être le *spiritus rector* de la vie sociale. C'est ainsi que notre époque est précisément celle qui inflige un démenti au contractualisme et constitue le triomphe du « vincolisme », lequel tend à envahir toute la vie sociale de l'individu et, selon la remarque finement ironique de Pareto, à « déterminer la façon dont chaque acte de l'homme, depuis sa conception jusqu'à sa naissance et à sa mort, sera réglé et prescrit ».

En présence des besoins croissants de la collectivité, il est nécessaire, pour admettre que l'organisation politique et juridique puisse être fondée sur le régime contractuel, d'imaginer que tous les individus composant le groupe social sont des êtres parfaitement justes, capables de sacrifier le bien-être individuel et actuel au bien-être collectif et futur et assez perspicaces pour avoir une claire vision de celui-ci. C'est pourquoi le reproche d'optimisme, de naïveté et d'utopie que l'auteur adresse aux partisans du nouveau contractualisme est loin d'être injustifié. Et nous nous permettons d'ajouter que ce sont les démocraties qui, s'inspirant de la foi utopiste en la perfectibilité humaine, aboutissent directement à l'enrégimentation autoritaire de toute la vie sociale, toutes les fois qu'elles veulent, sur le terrain de la politique réelle, briser la résistance des individus réfractaires à la formule de la perfectibilité et incapables de subordonner leurs actes à la fin collective voulue par elles.

Trieste.

FRANCO SAVORGNA

RASSEGNE - REVUES GÉNÉRALES
ALLG. UEBERSICHTEN - GEN. REVIEWS

REVUE D'ÉTHNOLOGIE PRÉHISTORIQUE

LA QUESTION DU PAYS D'ORIGINE DES INDO-EUROPÉENS.

On sait que les langues romanes, le français, l'italien, l'espagnol, etc., remontent à une source commune, le latin vulgaire, c'est-à-dire la langue de tous les jours, celle des paysans, soldats et colons romains qui ont apporté leurs parlers dans les provinces de l'empire romain. De même, la plupart des langues qui se parlent aujourd'hui en Europe — excepté le basque, le finnois, le hongrois, et le turc —, les langues latine et grecque de l'antiquité, et l'indien, le persan et l'arménien en Asie ont pris leur origine d'une même langue maternelle qu'on est convenu d'appeler l'indo-européen. Mais si le latin vulgaire, en tant qu'il s'éloigne du latin classique, nous est connu dans ses traits essentiels par les traces qu'il a laissées dans les manuscrits ou les inscriptions des monuments romains, et par des passages imitant la langue de conversation ou le langage rustique chez les auteurs latins, l'indo-européen, la mère commune de la grande famille linguistique qui s'étend des Indes jusqu'à l'Islande, nous est complètement inconnu. Aucun texte, nul document de cet idiome préhistorique ne nous est conservé. Nous sommes donc réduits à en reconstituer le vocabulaire, les formes grammaticales et la syntaxe en comparant ses diverses ramifications que nous venons d'énumérer. La langue indo-européenne n'est même pas attestée par les témoignages d'auteurs antiques, comme l'ibérique, le thrace, le gaulois, etc. dont nous ne possédons pas non plus de textes; c'est un idiome absolument hypothétique. Seule la linguistique comparée nous en prouve l'existence dans une période reculée qu'on fait remonter au troisième millénaire avant J.-C. Or, si l'on admet l'existence de cette langue-mère, comme les savants de tous les pays le font depuis un siècle, on est logiquement forcé à supposer un peuple qui se servait de cette

langue, les Indo-Européens primitifs, noyan auquel se rattachent soit directement, soit par des intermédiaires souvent multiples tous les peuples parlant des idiomes indo-européens.

Où ces Indo-Européens primitifs, dont l'existence est universellement reconnue, ont-ils eu leur habitat? Cette question, agitée depuis plus d'un demi-siècle, est loin d'avoir trouvé une solution définitive. La linguistique, l'archéologie préhistorique, l'ethnographie et l'anthropologie, des historiens et des géographes ont essayé de trouver la clef de l'énigme, mais on ne peut guère dire qu'aucune des vues émises soit satisfaisante sous tous les rapports. La linguistique, à laquelle revient le mérite d'avoir posé le problème, ne fournit que peu d'indications aptes à fixer l'endroit où habitait le peuple primitif. Elle nous dit, à la vérité, qu'il a connu, outre le printemps et l'été, une saison hivernale avec de la neige et de la glace; que l'arbre dont le nom s'est le mieux conservé dans toutes les langues est le bouleau, et que la faune, dont la nomenclature remonte à la période indo-européenne, répond à celle d'une zone tempérée. Mais ces points épuisent à peu près toute la contribution que la linguistique peut apporter à la solution du problème de l'habitat primitif. Certains savants croient avoir prouvé en outre que les Indo-Européens ont connu la mer ou du moins une grande mer continentale telle que la Caspienne. Dans un livre récemment paru,¹ j'ai montré que c'est une erreur. Les mots qui servent à désigner la mer dans les langues indo-européennes (p. e. lat. *mare*, got. *ma-rei*, irl. *muir*, slave *morje*, lit. *māres*, etc.) signifient originairement «étendue d'eau, marais» (comp. all. *moor*) et non «océan», ou ils sont des mots d'emprunt (p. e. grec *thalassa*, got. *saiws*). Il est évident que le peuple primitif a eu partout — excepté dans des régions absolument désertes — l'occasion de connaître des espaces plus ou moins grands qui étaient couverts d'eau. Ceux des linguistes qui tiennent pour prouvé que les Indo-Européens habitaient près d'une mer ne sont même pas d'accord sur sa position géographique; M. Otto Schrader l'identifie avec la mer Noire; selon M. Hermann Hirt, la Baltique aurait avoisiné l'habitat primitif. Un savant russe le cherche près de la Caspienne.

Un savant suisse, Adolphe Pictet, a donné le nom de «Paléontologie linguistique» à la science qu'il a créée et qui cherche à éclaircir les origines des peuples indo-européens et la culture du peuple primitif à l'aide du vocabulaire de l'indo-européen. Mais des grands résultats qu'on a attendus au commencement de cette nouvelle science, il ne nous reste que très peu de chose. Non seulement le vocabulaire indo-européen s'est beaucoup modifié depuis que l'éty-

¹ *Kultur. Ausbreitung und Herkunft der Indogermanen*. Berlin, Weidmann, 1913.

mologie des mots a été mieux réglée par des lois phonétiques et par des méthodes plus rigoureuses; on a aussi appris à considérer un point qu'on a absolument négligé au début: c'est que les mots restent, mais que les choses désignées par eux changent souvent dans le cours de l'histoire d'une langue. D'autre part, des mots qui étaient en usage pendant une période quelconque, tombent en désuétude et disparaissent. Pour ces raisons, notre connaissance du vocabulaire de l'indo-européen doit forcément être incomplète, et le sens que nous attribuons à un mot pour la période préhistorique, parce qu'il répond à celui qui est attesté dans les langues historiques, n'appartenait peut-être pas encore à la langue indo-européenne.¹ Une fois cette difficulté reconnue, la confiance dans les résultats de la « Paléontologie linguistique » a été sérieusement ébranlée. C'est surtout du côté des représentants de l'archéologie préhistorique qu'elle a été exposée au plus vives attaques. Bien que le problème d'un peuple indo-européen primitif et de son habitat soit uniquement basé sur les résultats de la philologie comparée, ils réclament pour leur science seule le droit de décision sur ces questions. Ce sont surtout deux savants allemands qui s'en sont occupés: M. Mathieu Much et M. Gustave Kossinna. Tous les deux retrouvent les vrais Indo-Européens dans la race blonde et de haute taille, aux yeux bleus et au crâne allongé, type des Germains du nord de l'Europe. Ils regardent par conséquent comme le pays d'origine des Indo-Européens les provinces avoisinant la mer Baltique. Mais les conclusions que ces savants tirent en faveur de leur thèse des fouilles archéologiques n'ont pas le caractère convaincant et la netteté qu'il faut demander à une solution scientifique. S'il est vrai que l'étymologie d'un mot ne nous dit rien sur le matériel et la forme de l'objet désigné par ce mot, il est non moins certain que les trouvailles archéologiques ne peuvent pas nous dire quelle langue se parlait dans une région et une période déterminées, si les documents littéraires font défaut. Les Indo-Européens ont par exemple connu le cuivre à la fin de l'époque néolithique et avant leur séparation; mais ils peuvent l'avoir possédé aussi bien au centre qu'au nord de l'Europe. De récentes fouilles archéologiques dans la région transcaspienne de l'Asie centrale près d'Anau nous ont appris que ce pays était habité depuis la période néolithique et que la culture n'a jamais été interrompue dans les temps préhistoriques. Dans les diverses couches superposées les unes aux autres, nous trouvons un développement continu et progressif jusqu'à l'époque du fer et aux

¹ Ces faits sont attestés par de nombreux exemples; p. ex. les mots latins *urbs* et *oppidum*, « ville », ont complètement disparu des langues romanes; le latin *civitas*, « habitants d'une ville », a changé de sens dans le français *cité* « ville », aujourd'hui « la plus vieille partie d'une ville »; le latin *villa*, corrélatif du français *ville*, signifiait « maison de campagne ».

temps historiques. Le cuivre y fait déjà son apparition dans les plus basses couches qui contiennent aussi des restes de céréales (grains de froment et d'orge), des faucilles en silex et des pierres à moudre. Rien ne nous empêcherait par conséquent d'y chercher, aussi bien que dans l'Europe septentrionale, l'habitat des Indo-Européens, puisqu'ils ont connu le cuivre et une agriculture primitive. S'ils ont eu en réalité le teint clair, comme la plupart des peuples du Nord, cette constatation ne serait pas non plus un obstacle à leur provenance asiatique, puisque l'anthropologie nous enseigne que des hommes blonds se rencontrent aussi bien en Asie qu'en Europe. On a sûrement le droit de supposer la même répartition des races aux temps anciens qu'aujourd'hui; il est même probable que les blonds étaient autrefois plus nombreux en Asie. Parmi les types d'adorateurs de Bouddha sur les tableaux muraux, qui se trouvaient dans les temples des grottes près de Tourfan, dans le Turkestan chinois, et que l'expédition allemande des M.M. Grünwedel et von Le Coq a transportés à Berlin, on rencontre des hommes au type européen, aux cheveux roux et aux yeux bleus. Le géographe grec Strabon nous raconte que les chefs des Alans, tribu scythe, avaient les cheveux jaunâtres. Encore aujourd'hui, on trouve des hommes blonds et aux yeux bleus parmi les Ossètes du Caucase et les Kourdes des plateaux de l'Arménie. Donc, on ne peut guère dire que les Indo-Européens doivent avoir eu leur habitat primitif dans l'Europe septentrionale parce qu'ils appartenaient au type blond. Cependant la supposition d'un type blond exclusif du peuple primitif n'est pas du tout prouvée. Il est probable que des éléments blonds se trouvaient parmi les tribus indo-européennes; mais comme, de nos jours, les peuples parlant des langues indo-européennes appartiennent aux types les plus divers, il est bien possible que les Indo-Européens primitifs formaient déjà un mélange de types différents qui étaient réunis par les liens d'une langue et d'une culture identiques. Les Anglais p. e. qui, parmi toutes les nations modernes, ont eu les plus grands succès comme colonisateurs et dont la langue s'est répandue sur presque toute l'Amérique du Nord et sur l'Australie ne sont pas du tout les descendants d'une race unique. Nous savons qu'ils sont le produit d'un mélange de Pictes, Celtes, Germains et Romains. Néanmoins ils ont au plus haut degré le sentiment de leur solidarité nationale. Puisque l'existence supposée des Indo-Européens comme peuple uni doit être fixée à une époque relativement récente (2500 av. J.-C.), nous n'avons pas le droit de les regarder comme une race primitive et nullement mélangée. Nous ne rencontrons plus de ces races nulle part ni en Europe ni en Asie à une date aussi récente (excepté peut-être dans les régions arctiques).

D'après ce que nous venons de dire, l'archéologie préhistorique et l'anthropologie ne peuvent pas nous fournir de données

exactes sur le pays d'origine des Indo-Européens. Nous sommes par conséquent réduits à nous en tenir aux résultats de la philologie comparée, si nous voulons obtenir des éclaircissements sur cette question. Jusqu'à présent ces données se bornaient, comme nous l'avons vu plus haut, à des indications assez vagues: habitat dans une zone tempérée, voisinage de bois et de surfaces d'eau, agriculture primitive, etc.

Dans les dernières années cependant un grand pas en avant a été fait par la découverte de nouvelles langues indo-européennes en Asie Centrale, découverte qui a beaucoup élargi nos vues dans la question de l'origine des Indo-Européens. Vers la fin du siècle dernier, des feuilles couvertes d'une écriture inconnue parvinrent de l'Asie Centrale en Europe. On en présenta une au Congrès des Orientalistes à Londres en 1892; mais pour le moment on n'en sut rien faire. Dans la suite, les trouvailles se succédèrent; les indigènes apportèrent d'autres fragments de manuscrits qui furent envoyés aux centres scientifiques des différents pays de l'Europe et de l'Inde. Peu à peu on commença à en déchiffrer l'écriture et la langue qui fut reconnue comme un patois indépendant et inconnu jusqu'alors de la famille indienne, et qui appartient au groupe des parlers prâkrits du nord-ouest de l'Inde.

Cette heureuse découverte ne fit qu'inaugurer une suite de brillantes trouvailles en Asie Centrale auxquelles participèrent presque tous les pays civilisés. Des expéditions anglaises, allemandes, françaises, russes et japonaises pénétrèrent à l'intérieur du Turkestan chinois et en rapportèrent des documents de toutes sortes dans les alphabets les plus variés et les langues les plus diverses. Tous ces fragments de manuscrits sont postérieurs à l'ère chrétienne, mais ne peuvent pas avoir été écrits après l'an mille. C'est qu'à cette époque l'invasion turque avait inondé le Turkestan; de florissantes villes et de riches colonies de moines furent abandonnées par leurs habitants, non sans que ces derniers eussent parfois réussi à sauver leurs trésors manuscrits en murant l'accès de leurs bibliothèques. Là, où les Turcs parvinrent à s'emparer des livres, ils les déchirèrent, et jetèrent les feuilles dans les ruines des villes et couvents incendiés. Les expéditions ne rapportèrent donc pour la plupart que des feuilles mutilées, à l'exception des missions de Sir Aurel Stein et de M. P. Pelliot qui trouvèrent dans des grottes près de Touen-houang des rouleaux entiers avec de longs textes bouddhiques. Malheureusement ils n'en sauvèrent qu'une partie, et le gouvernement chinois, ayant été informé de la découverte de cette bibliothèque emmurée, mit la main sur le reste. Depuis quelques semaines, une nouvelle expédition allemande, dirigée par M. von Le Coq, est partie pour le Turkestan chinois.

Les fouilles et trouvailles de l'Asie Centrale ont ressuscité, outre

les textes en ouïgour (vieux turc), en syriaque, en thibétain et en chinois qui ne nous intéressent pas ici, plusieurs parlers indo-européens, inconnus jusqu'à présent et disparus depuis environ mille ans. On a retrouvé quatre dialectes iraniens: un pehlvi de l'empire sassanide et un pehlvi plus ancien encore, probablement celui de la dynastie arsacide, dont on ne possédait jusqu'ici que quelques inscriptions; enfin deux dialectes iraniens totalement inconnus, le sogdien et l'aryen septentrional (Nordarisch de M. E. Leumann), tous deux en plusieurs variétés. Mais la découverte la plus importante et la plus surprenante est celle d'une langue indo-européenne indépendante à laquelle M. F. W. K. Müller a donné le nom de « tokharien ». La plupart des fragments en langue tokharienne ont été trouvés à Kachgar, à Tourfan, à Koutcha, à Douldour-Aqour, et à Touen-houang, donc au nord et à l'est du Turkestan chinois. Ils se trouvent maintenant en partie à Berlin, en partie à Paris; d'autres morceaux sont venus à Londres et à Saint-Petersbourg. Une petite partie seulement de ces fragments a été publiée jusqu'à présent; mais une importante publication des documents de la mission allemande est en préparation et va bientôt paraître. La clef de la langue tokharienne a été fournie par quelques bilingues (manuscris en deux langues) et des versions des mêmes ouvrages bouddhistes en sanscrit, en thibétain et en chinois. Mais on est encore loin de comprendre tous les passages des textes qu'on possède; il est impossible de déterminer le sens exact de beaucoup de mots, parce que les traductions chinoises ou thibétaines ne sont pas littérales. Il faut espérer que l'avenir nous fera voir plus clair dans bien des cas douteux, quand un plus grand nombre de textes aura été publié et que la participation aux études tokhariennes sera devenue possible à tous les savants.

Dans les fragments retrouvés au Turkestan, la langue tokharienne se présente dans deux variétés sensiblement différentes qu'on distingue provisoirement comme dialecte A et dialecte B. On ne peut jusqu'à présent rien dire sur leurs limites de temps ou de lieu. Les textes du dialecte A ont été découverts presque exclusivement par l'expédition allemande et se trouvent par conséquent à Berlin. On y possède aussi des textes du dialecte B qui figure seul dans les fragments rapportés par la mission française de M. P. Pelliot. Les collections de Sir Aurel Stein, dont les textes tokhariens sont édités par M. R. Hoernle à Oxford, contiennent également des manuscrits en dialecte B. Les deux dialectes présentent des différences dans la forme des mots et dans le vocabulaire, dans la flexion des substantifs, etc. Ils se trouvent tous les deux dans un stade de développement très avancé, comme on doit du reste l'attendre de la langue d'un peuple qui, vivant pendant de longs siècles au milieu

de populations allogènes, a subi le contact d'autres langues et développé une culture très importante, mais d'origine étrangère. Toutefois le caractère indo-européen du tokharien est encore très visible. Non seulement son vocabulaire, d'une pureté remarquable malgré les circonstances défavorables énumérées tout à l'heure, est apparenté à celui des autres langues indo-européennes; mais encore plusieurs formes du verbe, dont la vieille flexion indo-européenne est en général, comme celle du substantif, dans un état de délabrement complet, nous le prouvent incontestablement.

Le tokharien se rapproche des parlers iraniens qui appartiennent au groupe aryen de la famille indo-européenne. Mais à part les nombreux mots d'emprunt d'origine indienne qui y ont pénétré par l'influence de la culture gréco-indienne et de la religion bouddhiste, ni ses sons ni son vocabulaire ne présentent la moindre ressemblance avec les langues indo-européennes voisines. Il ne se rapproche pas non plus de l'arménien et des langues balto-slaves qui forment avec l'aryen le groupe des langues du type « satem », c'est-à-dire de celui qui change les consonnes palatales de l'indo-européen en sifflantes, tandis que les langues du type « kentom » conservent ces sons (comp. lat. *centum*, grec *ἑκατόν* avec le sanscrit *śatam*, iranien *satem* « cent »). Le tokharien se range du côté du type « kentom » en rendant ce mot indo-européen par *känt*.

Quoique le tokharien se trouve placé à l'extrémité est du domaine des langues indo-européennes, il ne fait cependant pas partie du groupe oriental. Si l'on veut essayer de déterminer sa place parmi les langues-soeurs, autant que nos connaissances actuelles le permettent, il faut plutôt le rapprocher du groupe européen, plus spécialement de sa partie occidentale, en le plaçant entre le grec, le balto-slave et l'italo-celtique. Car le tokharien est la seule langue qui possède, avec ce dernier groupe, des formes médio-passives du verbe, caractérisées par la terminaison *-r* (« déponent » du latin). Le tokharien dit *tatmastar* ou *ometar* « il naît » comme *nascitur* en latin. Avec les langues balto-slaves et l'arménien il présente la particularité des participes à la terminaison *l*: tokharien *kälpāl* « aidé » comme vieux-slave *dělalŭ* « fait » et arménien *bereal* « porté ». Quelles conclusions faut-il tirer du fait que le tokharien, qui se parlait dans les régions nord et est du Turkestan chinois, ne fait pas partie du groupe oriental, mais du groupe occidental des langues indo-européennes? On pourrait songer à l'émigration d'une tribu originairement européenne, comme celle des Phrygiens, qui, d'après Hérodote, vint de la Thrace en Asie Mineure, ou des tribus gauloises (Galates), qui s'y établirent au troisième siècle av. J.-C., sans y laisser toutefois aucune trace linguistique. Mais nos connaissances historiques se prêtent mal à cette supposition. Nous sommes assez bien informés sur les mouvements de peuples européens qui eurent

lieu, au dernier millénaire av. J.-C., autour du bassin de la mer Égée et le long du littoral de la mer Noire. Nous voyons les tribus grecques aller coloniser sur les côtes de l'Asie Mineure et des nomades asiatiques envahir à plusieurs reprises les steppes russes. Quelques siècles plus tard, des clans gaulois et germaniques poussent du centre et du nord de Europe vers le sud-est et jusqu'en Asie Mineure. A aucun moment de l'histoire connue, les envahisseurs européens n'ont pénétré plus loin que dans l'intérieur de l'Asie Mineure en passant par les Dardanelles.¹ Jamais peuple européen n'a pris le chemin des steppes aralo-caspiennes pour s'établir en Asie centrale, où ni la fertilité du sol ni les richesses d'un grand empire ne purent allécher la cupidité des barbares.

Toutes ces raisons nous engagent à regarder les Tokhariens plutôt comme un membre du groupe occidental des peuples indo-européens resté près de l'habitat primitif que comme une tribu européenne étant allée coloniser en Asie. Le géographe Strabon nomme les Tokhariens avec d'autres peuplades scythes et nous dit qu'ils sont venus des régions d'au-delà du fleuve Iaxarte (aujourd'hui le Syr-Daria), qui se jette dans le lac d'Aral. Il les regarde donc comme un peuple d'origine asiatique. En supposant, bien entendu, que les «Tocharoi» de Strabon soient identiques avec le peuple dont on vient de retrouver la langue, on peut s'expliquer la distribution des tribus indo-européennes dans l'habitat primitif de la manière suivante. Les tribus qui ont conquis ou colonisé les pays d'Europe auraient occupé la partie occidentale du pays d'origine; à l'est du groupe qui forme la souche des nations du sud et de l'ouest de l'Europe, il faut chercher le groupe des langues «satem»: les Balto-Slaves, les Thraces et les Phrygiens, les Arméniens et les Aryens. Ceux-ci ont quitté les derniers l'habitat primitif et ont par conséquent gardé le plus longtemps le souvenir de leur provenance du pays scythe, ce qu'un historien antique, Ammien Marcellin, nous atteste en effet comme une tradition des Perses. La région arrosée par les puissants fleuves Amou-Daria et Syr-Daria, l'Asie centrale russe, serait donc le pays d'origine des Indo-Européens occidentaux; il faudrait alors placer les autres tribus plus à l'est encore. Dans leur cours supérieur ces fleuves coulent dans les montagnes et sont richement alimentés par des affluents. Une fois entrés dans la steppe, ils perdent beaucoup de leurs eaux par l'évaporation, si, de temps en temps, les pluies des orages ne viennent pas les approvisionner. C'est que toute la région transcaspienne se trouve depuis les temps historiques dans un état de dessèchement, et la décroissance de ses lacs continue encore. Le soulèvement séculaire de la région et la prédominance des vents

¹ Je ne parle pas ici des campagnes d'Alexandre le Grand qu'on ne peut pas assimiler aux envahissements de tribus barbares.

secs du nord et du nord-est sont probablement la cause de ce dessèchement. Les mers Noire et Caspienne, les lacs d'Aral, de Balkaï et de Sary-Kamysh sont les restes d'une vaste mer continentale qui recouvrait toute la région transcaspienne dans les temps préhistoriques. On voit que la topographie de ce pays doit avoir beaucoup changé depuis le temps où les tribus indo-européennes l'auraient quitté, si réellement ils ont eu leur habitat dans ces régions. Il n'est pas du tout impossible que le dessèchement progressif et l'aridité du sol, qui en est la conséquence, aient été la cause ou du moins une des causes qui auraient engagé les premiers Indo-Européens à quitter leur pays d'origine et à chercher ailleurs de nouveaux domiciles. Une fois les premières masses ébranlées, la partie du peuple qui habitait plus à l'est aurait suivi, elle aussi, le mouvement vers l'ouest et vers le sud, comme les premières tribus germaniques qui envahirent les frontières de l'empire romain en entraînent d'autres, de sorte que presque aucune tribu ne resta dans son ancien pays. Mais il faut souligner que ces idées ne sont que des suppositions qu'on n'arrivera jamais à rendre plus que vraisemblables, parce que toutes les preuves historiques font défaut pour les événements d'une période aussi reculée.

Nous retenons donc comme résultat positif de nos réflexions que le pays d'origine des Indo-Européens doit être cherché en Asie centrale et non dans l'Europe septentrionale. Outre les raisons d'ordre archéologique, qui ne s'opposent pas à cette déduction, et les nouvelles découvertes linguistiques, qui nous donnent la quasi certitude d'un habitat asiatique, il y a des raisons d'ordre culturel qui fournissent un appui considérable à l'hypothèse de la provenance des Indo-Européens de l'Asie centrale. Un trait caractéristique de la culture indo-européenne est l'institution du patriarcat, c'est-à-dire de la succession en ligne masculine, qui ne se trouve dans sa forme rigoureuse que chez les peuples d'Asie, Sémites aussi bien que Turcs et Mongoles, tandis que l'ordre familial de l'Europe préindo-européenne est le matriarcat, la succession en ligne féminine, dont on retrouve les traces jusque dans les temps historiques. La manière de s'habiller des tribus indo-européennes, qui n'avaient pas encore subi l'influence de la culture méditerranéenne: pantalon long serré aux chevilles (« *braies* », du latin *bracas*) et tunique à ceinture, se retrouve chez les Mèdes, Perses, Scythes, Thraces, Gaulois, etc. Ce costume tout à fait caractéristique pour les peuples de l'est et du nord parlant des langues indo-européennes est, d'après le témoignage des auteurs antiques, d'origine asiatique. Les Germains s'habillaient d'une autre façon à l'âge de bronze, comme les trouvailles de squelettes d'hommes et d'une femme encore revêtues de leurs habits nous le prouvent. Ils n'ont accepté le costume indo-européen qu'avec la culture et la langue indo-européennes, peut-être vers 500 a. J.-C.,

sous l'influence d'une domination des Gaulois. Pour toutes ces raisons, le pays d'origine des Indo-Européens ne peut pas être identique avec les sièges historiques des Germains, comme certains linguistes et archéologues l'ont prétendu. Les Germains en général n'étaient pas non plus des cavaliers comme les Celtes, qui avaient fidèlement conservé les habitudes de leurs ancêtres indo-européens. Car de même que les peuples envahisseurs de l'Europe dans les temps historiques: Scythes, Huns, Turcs et Mongoles, les Indo-Européens ont connu le cheval et s'en sont servi, après l'avoir apprivoisé. Sa domestication n'a pu prendre place que dans le voisinage des steppes aralo-caspiennes ou des déserts de l'Asie centrale, où l'on rencontre encore aujourd'hui deux variétés sauvages du cheval (*equus caballus Przewalskii* et *equus cab. Pumpellii*), tandis que les races sauvages avaient disparu de l'Europe depuis le temps néolithique. Ce fait vient donc également à l'appui de notre supposition d'un habitat asiatique du peuple indo-européen. Il faut laisser à l'avenir le soin de fixer plus étroitement ses limites, quand de nouvelles trouvailles archéologiques ou de nouvelles découvertes linguistiques nous en auront peut-être donné un jour la possibilité.

Berlin.

SIGMUND FEIST

RIV. DELLE RIV. - REVUE DES REVUES
ZEITSCHR. UMSCHAU - REVIEW OF REVIEWS

American Journal of Sociology - (Mars 1913). — « SIMON N. PATTEN, *The Background of economic Theories* » (*La base des théories économiques*). — Si l'on veut comprendre le développement de la pensée économique, il convient de la rattacher aux idées sociales qui en forment la base. L'histoire des doctrines économiques se divise en trois époques: celle de 1776, celle de 1848, celle enfin de 1912. Pendant la première de ces périodes, l'économie présente un caractère surtout réactionnaire et proclame la supériorité du capital sur le travail; les économistes sont animés d'une conscience de classe et jugent la vie économique au point de vue du groupe social auquel ils appartiennent, plutôt qu'à celui de la nation envisagée dans son ensemble. En opposition avec ce courant, s'affirme, pendant la deuxième période, le triomphe des idées révolutionnaires d'après lesquelles le progrès économique serait déterminé par des transformations imprévues; durant cette deuxième époque, l'économie manifeste un caractère militant et, comme le dit l'auteur, « héroïque ». Pendant la troisième période, enfin, la pensée économique subit l'influence des idées évolutionnistes; la réorganisation économique de la société est mise sous la dépendance de petits changements qui se suivent sans interruption et finiront par améliorer les conditions économiques et sociales de l'humanité. F. S.

Archives de Psychologie - (Avril 1913). — « J. FROMENT et O. MONOD, *Du langage articulé chez l'homme normal et chez l'aphasique* ». — Il a été admis jusqu'en ces derniers temps que le fonctionnement normal du langage articulé ou écrit avait pour condition essentielle ou, tout au moins, pour une des conditions essentielles, l'intégrité de ce qu'on appelait les images motrices articulaires ou

graphiques. D'après cette conception, il existait une aphasie et une agraphie purement motrices dues à la disparition de ces images. Or, l'étude clinique et psychologique de l'aphasie montre que l'hypothèse des images motrices est une supposition purement gratuite. Seule l'existence des images sensorielles paraît démontrée. Les habitudes motrices étant acquises, l'articulation et l'écriture se ramènent à l'évocation de ces seules images. L'aphasie et l'agraphie sont dues à une amnésie portant seulement sur les seuls souvenirs conscients des signes du langage, c'est-à-dire sur les images auditives et sur les images visuelles verbales. S. J.

Bulletin de l'Institut de Sociologie Solvay - (15 Mai 1913). — 1. « E. DUPRÉEL, *Sur les conditions de l'invention scientifique* ». — L'invention est un fait psychologique, si on la considère dans l'intérieur de la conscience de l'inventeur; elle est un fait social, si on la prend du dehors, en tant que connaissance formulée une première fois, installée dans la masse des connaissances acquises et ordonnée par la collectivité scientifique. C'est avant tout en tant que fait social que des conditions favorables à sa production peuvent être aperçues. Particulièrement, il semble qu'on puisse donner de ce point de vue un commencement d'explication au phénomène de la précocité relative des inventions. L'invention comporte des connaissances préalables, acquises n'importe comment, réunies dans un seul esprit, et telles que de leur combinaison résulte une connaissance nouvelle. L'invention est donc par excellence une opération synthétique. Or, les jeunes gens sont ceux qui apprennent; le meilleur de leur activité consiste à acquérir, à recevoir d'autrui, par la lecture, par l'enseignement, des connaissances. L'esprit de ceux qui apprennent est donc par excellence le lieu où des connaissances qui n'ont pas encore été réunies ni combinées ont chance de se rapprocher dans les meilleures conditions pour se féconder. Quoi d'étonnant dès lors si, soit l'invention, soit les premières lueurs des idées qui donnent naissance plus tard à de grandes nouveautés, se produisent fréquemment dans les années de jeunesse? Les problèmes, comme celui des rapports de l'âge et des inventions scientifiques, peuvent donc être traités, partiellement au moins, sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans la voie obscure des hypothèses biologiques, ni même proprement psychologiques. — 2. « D. WARNOTTE, *L'imagination créatrice et son rôle dans l'élaboration et la diffusion de certains mythes* ». — Le récit mythique est construit sur un phénomène non pour l'expliquer, mais plutôt pour émerveiller l'auditeur. Il y aurait ainsi dans le mythe plus encore que la simple imagination créatrice: il y aurait aussi des éléments qui appartiennent à la psychologie du merveilleux, de l'intérêt et de l'attention et dont les effets se retrouvent aussi bien

dans nos sociétés que chez les primitifs. Le conteur a toujours une tendance à exciter l'intérêt de ses auditeurs aux dépens de la vraisemblance du récit. Quoi qu'il en soit, si tel est bien le caractère du mythe, il faut reconnaître que ceux qui se sont livrés à ces jeux de l'imagination ont laissé une tâche singulièrement délicate à leur descendance. Ils leur ont légué des énigmes sans leur en donner la clé. Par conséquent, toute interprétation de récits mythiques qui tend à rapprocher le récit d'un phénomène naturel peut tout au plus être vraisemblable. De sorte qu'il ne paraît pas exagéré de dire que la mythologie est une des branches les plus incertaines de l'histoire et un des appuis les plus fragiles de la sociologie. F. S.

Eugenics Review - (Avril 1913). — « L. DARWIN, *The Eugenic ideal* » (*L'idéal eugénique*). — Le progrès de la race est déterminé, en premier lieu, par la force avec laquelle agit le facteur de l'hérédité; il en résulte que les caractères d'une génération dépendent principalement des mariages contractés par la génération précédente. Lorsque les mariages entre individus supérieurs, au sens eugénique du mot, sont plus féconds que ceux entre individus inférieurs, la nation est en progrès; dans le cas contraire, elle est en décadence. D'où il suit que les générations actuelles sont responsables de l'avenir de la race. Répandre ce sentiment de responsabilité raciale, le faire profondément sentir aux citoyens dans tout ce qui concerne le mariage, — tel est l'idéal eugénique! Pour inculquer cette responsabilité, il est nécessaire que l'idéal eugénique fasse partie du système d'éducation. F. S.

Grande Revue - (25 Juin 1913). — « A. TIBAL, *La diminution de la natalité en Allemagne* ». — Comme dans la plupart des autres pays, la diminution de la natalité s'accroît également en Allemagne. Mais quelle est la portée de cette diminution? C'est ce que l'auteur examine rapidement dans son article plein de données comparatives. De 1871 à 1875 on comptait en Allemagne 43 naissances par 1000 habitants; pendant la période 1880-1885, les naissances diminuent déjà et tombent à 40 pour mille; 20 ans plus tard (1905), elles sont de 35 pour mille, et en 1910 de 29,80 pour mille. Cette brusque diminution qui s'est produite entre 1905 et 1910 (et qui a été révélée par le recensement du 1^{er} décembre 1910) n'a pas son exemple dans d'autres pays et a provoqué les plus vifs alarmes. Toutefois, même avec ce chiffre de 29,80 naissances pour mille habitants, l'Allemagne occupe encore une place moyenne parmi les États européens et se trouve dans un état de supériorité par rapport à la France (19,7), à la Belgique (23,7), à l'Angleterre (24,5), au Danemark (27,5), à la Hollande (28,6); elle est dans un état d'infériorité par rapport à l'Autriche (32,4), à l'Italie (32,9), à l'Es-

pagne (33,1), à la Hongrie (35,6), à la Russie (44,4). Mais il y a plus. Ce qui importe en fait pour la vitalité d'une nation, ce n'est pas tant le nombre des naissances, que leur excédent sur le nombre des cas de mort. Or en Allemagne la mortalité a présenté longtemps une diminution plus rapide que celle de la natalité: elle a passé de 26 décès par mille habitants en 1877-1881 à 15,8 pour mille en 1910. En Angleterre, la mortalité est inférieure (13,4 en 1910); mais elle est supérieure en France (19,3), en Italie (21,4), en Autriche (23,4), en Russie (31,4). L'excédent des naissances est donc très considérable en Allemagne qui, en 1910, se trouve encore sous ce rapport à la tête des grands États européens et occupe le sixième rang dans la classification générale (après la Serbie, la Hollande, le Danemark, la Roumanie et la Bulgarie). En Allemagne, en effet, l'excédent était en 1910 de 13,6 par mille habitants, tandis qu'il n'est que de 13,3 en Italie, de 13 en Russie, de 11,4 en Angleterre, de 11,3 en Autriche et seulement de 1,8 en France. Quand on eut constaté que la natalité diminuait, on a ouvert en Allemagne, comme ailleurs, des enquêtes officielles et particulières, à l'effet d'en rechercher les causes et d'en indiquer les remèdes. Mais sur ce point la clarté de la statistique fait place à une grande confusion dans les jugements. On peut seulement dire d'une façon générale que même en Allemagne, comme ailleurs, ce sont l'augmentation du bien-être et la diffusion de l'instruction qui sont accompagnées d'une restriction volontaire de la natalité. P. B.

Knowledge - (Mai 1913). — 1. « PHILIP H. LING, *The Existence of an Ultra-Neptunian Planet* » (*Existence d'une planète ultra-neptunienne*). — S'il existe une planète située au-delà d'Uranus et de Neptune, son existence ne peut être constatée que d'une façon indirecte, en étudiant les effets qu'elle produit sur des corps qui, eux, peuvent être observés directement. Ces corps sont les comètes. En rangeant celles-ci dans l'ordre ascendant de leurs périodes, on obtient cinq groupes dont quatre peuvent être rattachés, en tenant compte de la distance de l'aphélie des comètes dont chacun se compose, aux planètes Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, tandis que le cinquième groupe ne correspond à aucune planète connue. Ce fait rend probable l'existence d'une planète ultra-neptunienne, mais dont la détermination présente d'énormes difficultés, à cause de la forme parabolique des orbites que les comètes décrivent sous l'influence de l'attraction combinée du soleil et d'une planète. Ces difficultés ne sont toutefois pas insurmontables, la solution du problème étant liée au progrès de l'analyse mathématique. — 2. « E. M. ANTONIADI, *Considerations on the physical Appearance of the Planet Mars* » (*Considérations sur l'aspect physique de la planète Mars*). — En affirmant l'existence de canaux à la surface de la planète Mars,

M. Schiaparelli a commis une erreur de jugement. Nos télescopes sont loin de nous révéler la structure ultime de la surface martienne. Les soi-disant canaux de Mars ne constituent peut-être que la sommation d'une complexité de détails, et peuvent être comparés à l'aspect linéaire sous lequel se présente à l'œil nu un courant irrégulier de taches solaires. Si on observe la surface de Mars à travers un télescope puissant, les prétendus canaux se résolvent en une foule de taches et de points discontinus. Or, les partisans de la théorie de Schiaparelli se sont toujours servi de télescopes de faible puissance, et cela en dépit de la théorie, puisque, d'après la loi de diffraction, le pouvoir de détermination d'un télescope augmente avec son ouverture, et en dépit de la pratique qui nous apprend que certaines découvertes astronomiques (Syrtis Major de Mars, étoiles doubles) que les télescopes faibles ont été impuissants à réaliser, ont été faits à l'aide de télescopes de grande puissance.

S. J.

Natura - (Avril 1913). — « GUIDO VERNONI, *Teorie e fatti sulla natura della contrazione cardiaca* » (*Théories et faits concernant la nature de la contraction cardiaque*). — Malgré les nombreuses recherches qu'a suscitées la question de la contraction cardiaque, la véritable nature de celle-ci nous est encore inconnue. Deux théories se trouvent en présence, ayant chacune sa force et ses faiblesses: la doctrine neurogène et la doctrine myogène. Il est vrai que cette dernière est fondée sur un principe entièrement nouveau dans la physiologie animale: celui de l'origine et de la transmission musculaires du stimulus. Mais si la nouveauté de ce principe ne doit pas créer une prévention contre lui, il n'en est pas moins vrai que pour l'admettre nous avons besoin d'une démonstration rigoureuse. En fait, il ne s'agit pas encore d'une doctrine, mais d'une hypothèse qui trouve un fort appui dans ce fait que le muscle cardiaque présente des propriétés fonctionnels qu'on ne retrouve dans aucun autre muscle et une structure qui lui est particulière (en premier lieu, la continuité de tous ses éléments). Or ces propriétés fonctionnelles (et surtout la rythmicité inhérente à ses fibres) et la continuité structurale de son protoplasma s'accordent très bien avec la doctrine myogène qui fournit d'ailleurs une explication satisfaisante de tous les faits connus de la physiologie expérimentale.

— — (Mai 1913). — « PAOLO ENRIQUES, *Sulla riproduzione e la coniugazione degli infusori* » (*Sur la reproduction et la conjugaison des infusoires*). — L'auteur s'applique dans cet article à réfuter ce qu'il appelle le « roman des infusoires », à savoir l'opinion courante, d'après laquelle les infusoires, après avoir subi un certain nombre de divisions, tomberaient dans un état de dégénérescence sénile dont ils se relèveraient par une série de con-

jugaisons qui, pour être efficaces, doivent satisfaire à certaines conditions. C'est là, d'après M. Enriques, une opinion anthropomorphique, basée en outre sur des observations insuffisantes et sur des expériences défectueuses. Pour ce qui est des phénomènes de dégénérescence, ils sont artificiels et provoqués par de mauvaises conditions de culture; élevés dans des conditions convenables et avec des soins suffisants, les infusoires peuvent vivre indéfiniment. Leur conjugaison est déterminée, à son tour, par des conditions extérieures, et uniquement par ces conditions qui peuvent agir, selon leur nature, d'une façon immédiate ou éloignée, en favorisant la conjugaison ou en l'entravant. La conjugaison n'est pas du tout nécessaire au relèvement de la vitalité des infusoires; elle a tout au plus pour effet de diminuer les variations, en maintenant la constance du type spécifique. S. J.

Psiche - (Mars-Avril 1913). — 1. « GUIDO VILLA, *La psicologia e le scienze sociali* » (*Psychologie et sciences sociales*). — L'auteur s'élève contre la conception trop mécaniste ou trop exclusivement biologique des faits sociaux. On oublie généralement que ces faits sont avant tout des faits humains, c'est-à-dire empreints du caractère de la liberté, ce caractère étant d'autant plus prononcé que l'acte humain est plus médité et plus profond. La statistique ne nous rend compte que du côté quantitatif des actions humaines; elle constitue la première étape de toute science laquelle tend à s'élever à l'explication des faits enregistrés par la statistique, à la découverte de leurs causes. Pour les faits sociaux, ces causes ne peuvent résider que dans les mobiles psychiques: sous l'uniformité des effets constatés par la statistique se cache une profonde variété de mobiles qui en sont les causes. D'où la nécessité de l'explication psychologique des phénomènes sociaux. L'auteur signale l'heureuse tentative faite récemment par M. Coletti d'appliquer le facteur psychologique à l'explication du phénomène de l'émigration italienne. — 2. « GUALTIERO SARFATTI, *Saggi di psicologia sociale* » (*Essais de psychologie sociale*). — Dans cet article, l'auteur établit une distinction entre la psychologie collective, la psychologie sociale et la psychologie inter-individuelle et, après un rapide aperçu de l'évolution de la psychologie sociale depuis Vico jusqu'à nos jours, il montre, par une brève analyse de la colonisation moderne, tous les enseignements que les peuples civilisés peuvent tirer des données de la psychologie sociale, pour affermir, sans heurts, sans violence et avec le maximum d'avantages, leur domination sur les peuples conquis. S. J.

Revue des Idées - (15 Juin 1913). — 1. « JEAN MASSART, *Les naturalistes actuels et l'étude de la nature* ». — L'auteur reproche aux

naturalistes actuels leur indifférence à l'égard de la nature et leur prétention de résoudre tous les problèmes de la vie à l'aide de seuls travaux de laboratoire. Sans vouloir nier l'importance de ces travaux qui, après la phase purement descriptive, ont constitué une étape nécessaire dans l'évolution des sciences naturelles, l'auteur n'en croit pas moins que les observations éthologiques sont tout aussi nécessaires que les données anatomiques et physiologiques pour la compréhension intégrale de l'être vivant, et qu'une théorie synthétique a beaucoup plus de chances d'être féconde si elle est basée sur l'ensemble de la biologie. Nous entrons dans une période où les questions de l'hérédité, de la variabilité, de la biogéographie et de l'éthologie ne pourront être résolues que par l'expérimentation. Pour répondre à ces nouveaux besoins, le laboratoire élargi doit être transporté en pleine campagne, ce qui aura l'avantage de remettre les naturalistes en contact et en communion avec la nature. — 2. « GEORGES BOHN, *Du déterminisme et de la finalité* (suite) ». — Nous avons déjà rendu compte, dans le précédent numéro de « Scientia », de la première partie du travail de M. Bohn. Nous en avons indiqué les tendances générales et montré rapidement les critiques qu'elles soulèvent. Cette fois l'auteur s'occupe, en y insistant, des désharmonies de l'activité nerveuse, de celles de la nutrition, de la reproduction et du développement. Il en résulte que tout n'est pas parfait, même dans le plus parfait des organismes, et que souvent même les choses s'y passent en dépit du bon sens et de la logique. L'auteur cite une foule des faits que personne ne songera à contester, mais qui ne nous paraissent nullement exclusifs d'une finalité immanente, interne.

S. J.

Revue du Mois - (10 Mai 1913). — « LÉON BLOCH, *Spectre infra-rouge et ultra-violet* ». — On sait l'importance que la physique et la chimie modernes attribuent aux rayons infra-rouges et ultra-violets du spectre. Après avoir exposé les différentes méthodes qui ont permis de découvrir et d'étudier ces rayons, l'auteur énumère leurs principales propriétés. « Les résonateurs infra-rouges sont les atomes et les molécules qui oscillent autour de positions d'équilibre relativement stables; les résonateurs ultra-violets ne sont autre chose que les *électrons*, parcelles d'atomes chargées négativement, à qui leur ténuité et leur charge permettent les oscillations les plus rapides. Par l'étude du spectre infra-rouge et des périodes propres qui caractérisent ses rayons, nous touchons au mécanisme intime des forces moléculaires. Par l'étude du spectre ultra-violet, nous confinons au monde corpusculaire, nous rejoignons l'audacieuse théorie pour qui la matière se résout finalement en un mélange d'Éther et d'Électricité..... ». L'exploration du spectre infra-rouge nous conduit à des relations nouvelles entre la lumière et la chaleur;

celle du spectre ultra-violet nous manifeste les actions mutuelles de la lumière et de l'électricité. C'est aux rayons ultra-violet que nous devons les phénomènes de fluorescence ou de phosphorescence, ceux de l'effet photo-électrique de Hertz et ceux de l'ionisation directe des gaz.

S. J.

Revue internationale de Sociologie - (Mars-Avril-Mai 1913). — « **GEORGES BONNET**, *La philosophie du droit chez Savigny* ». — Le nom de Savigny évoque tout d'abord le souvenir de l'historien minutieux qui a consacré sa vie à l'examen des institutions romaines et en a reconstitué, grâce à ses patients travaux, l'exacte physiologie. Savigny, cependant, mérite d'être connu et étudié à un autre titre: il est le créateur de la méthode historique. Le premier, cet historien de race a admis l'existence de principes essentiels, auxquels se rattache la solution de tous les problèmes juridiques. Le premier, il a affirmé la nécessité d'approfondir, avant toute autre recherche, cette philosophie du droit. La première idée fondamentale de Savigny c'est l'affirmation qu'il existe une conscience populaire, présentée comme un ensemble *sui generis*, différent des individus; pour lui le Volksgeist, c'est la manière de penser qui est propre à la collectivité. Une autre idée importante chez Savigny, c'est sa conception du droit coutumier, qu'il considère comme l'oeuvre du peuple seul. D'après lui, le droit, à l'origine tout au moins, se développe spontanément et imperceptiblement dans le Volksgeist. Enfin nous savons que, pour lui, le droit se transforme continuellement, à mesure que des croyances ou des besoins nouveaux apparaissent, ou, pour mieux dire, à mesure que l'âme populaire se modifie. Ainsi Savigny nous présentait le droit comme un produit spontané, inconscient et national. Savigny a donc eu le très grand mérite de mettre en relief l'importance de la coutume, d'affirmer l'évolution du droit qui est aujourd'hui une loi démontrée et, enfin, d'enlever tout crédit aux déductions tirées d'un raisonnement abstrait en matière d'applications sociales. En outre, il a montré d'une façon décisive l'erreur des partisans du droit naturel. Il nous a définitivement délivrés de la vaine croyance en un droit éternellement valable, conforme à la nature et à la raison. Enfin, on trouve chez lui comme un pressentiment du « social ». Sans doute, lorsqu'il rattachait l'esprit du peuple à l'esprit humain, il faisait une concession au droit naturel. Sans doute, juriste avant tout, il bornait trop ses recherches aux faits juridiques, sans essayer de généraliser, il n'étudiait pas d'une manière suffisamment précise le substrat social. Mais, encore une fois, il est certain qu'il a eu une vision pénétrante du collectif. Les recherches précises et particulières qu'il consacre à l'esprit du peuple le prouvent abondamment.

F. S.

Revue Scientifique - (7 Juin 1913). « JULES REGNAULT, *Les causes déterminantes du sexe* ». — Se basant sur les expériences de MM. Robinson et Russo, sur les observations de MM. Blaringhem et Edmond Perrier et sur des documents personnels, l'auteur croit pouvoir établir cette proposition que, d'une façon générale, le sexe est une fonction de la nutrition : toutes les conditions qui entraînent une augmentation des réserves nutritives (métabolisme) favorisent la procréation de femelles ; toutes les conditions qui entravent l'accumulation de ces réserves ou entraînent leur réduction rapide (catabolisme) favorisent la procréation de mâles. D'où l'importance de l'opothérapie (injections de lécithine ou d'adrénaline, celle-là favorisant l'accumulation des réserves, celle-ci hâtant leur combustion) pour la détermination volontaire du sexe. S. J.

Science Progress - (Avril 1913). — 1. « ARCHER WILDE, *The Logic of Darwinism* » (*La logique du darwinisme*). — Il existe une opinion, assez répandue d'ailleurs, d'après laquelle la théorie darwinienne, tout en constituant une interprétation satisfaisante des phénomènes du monde vivant, a encore besoin d'une expérience cruciale pour acquérir la force et l'autorité d'une vérité scientifique. D'après l'auteur, ce serait là une opinion injuste et étroite. L'expérience cruciale qu'elle réclame s'est répétée indéfiniment depuis que l'homme a fait son apparition sur la terre et se répète encore indéfiniment tous les jours sous nos yeux. Elle est réalisée par la domestication. Mais ceux qui reprochent au darwinisme son manque de preuve cruciale, prétendent précisément que la domestication constitue un procédé artificiel, pratiqué par l'homme en vue de fins qui n'ont rien de commun avec la science. C'est là encore, d'après l'auteur, une opinion erronée. L'homme ne constitue pas un accident dans la nature ; il fait partie du milieu naturel auquel animaux et plantes sont obligés de s'adapter, s'ils veulent se maintenir. La domestication réalise entre l'homme et les animaux une sorte de symbiose ; elle ne soustrait pas les animaux à l'action du milieu naturel, elle les met seulement en présence d'un milieu compliqué d'un élément nouveau, l'homme, qui est lui-même un produit naturel. — 2. « CHARLES WALKER, *Further Speculations upon the Origin of Life* » (*Nouvelles réflexions sur les origines de la vie*). — La chromatine du noyau cellulaire est loin de jouer, au point de vue de la transmission héréditaire des caractères ancestraux, ce rôle capital qu'on se plaît généralement à lui attribuer. Des œufs énucléés de certains animaux ayant été fécondés par le sperme d'animaux d'une espèce différente, les embryons qui en sont résultés avaient présenté, malgré l'absence complète de chromatine maternelle, des caractères uniquement maternels. Dans d'autres cas où on a enlevé, avant la segmentation, le cytoplasme de l'œuf, on a

obtenu, au contraire, des larves privées de certaines parties du corps, et cela malgré que la chromatine fût laissée intacte. D'une façon générale, il est difficile de dire si c'est le noyau ou le cytoplasme qui assure la vitalité de la cellule; ils sont aussi indispensables l'un que l'autre, et l'argument qu'on tire du volume souvent considérable du noyau, pour accorder à celui-ci une place prépondérante, ne prouve rien, car il existe aussi des cellules à noyau imperceptible et on a vu des cellules mourir dès qu'elles étaient privées du cytoplasme. Les principales fonctions de la cellule s'accomplissent aussi bien dans le cytoplasme que dans le noyau, et nous avons même des raisons d'admettre dans la cellule l'existence de centres d'activité de la plus grande importance auxquelles ne correspond aucune structure morphologique. S. J.

Rivista italiana di Sociologia - (Mars-Avril 1913). — « FRANCO SAVOIGNAN, *Il fattore confessionale nella scelta matrimoniale* » (*Le facteur confessionnel dans les choix matrimoniaux*). — A la suite d'une analyse des statistiques matrimoniales de ces trois grandes villes à population mixte que sont Berlin, Budapest et Amsterdam, l'auteur établit, en ce qui concerne les mariages homogamiques (mariages entre individus de même race, religion, nationalité, profession, état civil, etc.), les conclusions suivantes: 1. les individus professant la même religion ont une tendance à contracter des mariages homogamiques; 2. dans tous les groupes confessionnels examinés, à l'exception des israélites, l'intensité de l'homogamie de fait et celle du sentiment de sympathie réciproque qui en est la cause principale, varient sensiblement d'un endroit à l'autre; 3. l'homogamie confessionnelle décroît généralement avec le temps; chez les Israélites seuls cette tendance à la décroissance est très lente et, vu les variations insignifiantes des indices, ne peut être constatée avec certitude toujours et partout. L'auteur recherche ensuite les causes de la persistance, jusque dans les temps modernes, de la tendance homogamique chez les Juifs. Il les trouve dans les conditions historiques de ce peuple, conditions qui ont fini par le différencier d'une façon quasi-complète, au point de vue psychique, de tous les peuples environnants. S. J.

CRONACA - CHRONIQUE

CHRONIK - CHRONICLE

CONGRÈS ET RÉUNIONS.

Réunion annuelle de l'American philosophical society.

L'American philosophical society a tenu son congrès annuel à Philadelphia, du 17 au 19 Avril inclusivement, sous la présidence du D.^r W. W. Keen. Parmi les nombreuses communications présentées, citons: *Sur les rapports entre le développement structural et la fonction au cours de la croissance du système nerveux chez les vertébrés*, par M. George E. Coghill, professeur de zoologie à Denison University (Granville, Ohio); *De la nature et de la signification de la fièvre*, par M. Victor C. Vaughan, professeur d'hygiène et de chimie physiologique à l'Université de Michigan; *De la vaccination dans la fièvre typhoïde*, par M. Mazýck P. Ravenel, professeur de bactériologie à l'Université de Wisconsin; *Le Guatemala et les plus hautes civilisations natives de l'Amérique*, par M. Ellsworth Huntington, professeur à Yale University; *La contribution de Dana à la théorie des bancs de coraux, de Darwin*, par M. W. M. Davis de l'Université Harvard. Le D.^r Charles D. Walcott, secrétaire de la Smithsonian Institution, a présenté les échantillons d'une remarquable et ancienne faune fossile qu'il a découverte dans les montagnes de la Colombie Britannique. Le D.^r Arnold E. Ortmann, chargé du cours de zoologie des invertébrés au Carnegie Museum, à Pittsburg, parla du partage alleghienien et de son influence sur la faune d'eau douce. Le professeur Bradley M. Davis, de l'Université de Pennsylvania, se livra à une discussion sur l'évolution progressive chez les hybrides d'*œnothera*. M. Burton E. Livingston, professeur de physiologie des plantes à l'Université John Hopkins, fit une communication sur la subdivision des États-Unis en zone climatiques, susceptibles d'une définition quantitative, en rapport avec la croissance de plantes. Le D.^r William Duane, ancien attaché au Laboratoire du radium de Curie, à Paris, discuta quelques problèmes non encore résolus concernant la radio-activité. Le D.^r Edward C. Pickering, directeur de l'Observatoire du Harvard College, parla de la détermination photographique des grandeurs stellaires visibles. Les docteurs Percival Lowell et V. M. Slipher, de l'Observatoire Lowell (Flagstaff, Arizona), lurent une communication sur la détermination spectroscopique de la période de rotation d'Uranus. Le D.^r V. M. Slipher donna en outre une description de spectre de la nébuleuse dans les Pléiades. Signalons enfin la discussion sur la télégraphie et la téléphonie sans fil, qui a eu pour

point de départ une communication sur l'énergie rayonnante, par le Doctor Lewis W. Austin, chef du laboratoire de radio-télégraphie navale des États-Unis.

L.^e Réunion de la National academy of sciences.

L'Académie nationale des sciences des États-Unis a célébré à Washington, du 22 au 24 Avril dernier, le cinquantième anniversaire de sa fondation. Le président Wilson, le vice-président Marshall et le ministre de la justice White ont souligné et consacré, par leur présence à ces séances exceptionnelles, le caractère vraiment national de l'Académie. Plusieurs communications intéressantes ont été lues à cette occasion. Signalons, entre autres, celle de M. Hadley, de la Yale University, sur *Les rapports entre la science et l'instruction supérieure en Amérique*; celle du D.^r Arthur Schuster, F. R. S., sur *La coopération internationale dans les recherches scientifiques*; celle du D.^r G. E. Hale, directeur du Mount Wilson Solar Observatory, sur *La Terre et le Soleil considérés comme des aimants*; et celle du D.^r J. C. Kapteyn, directeur du laboratoire astronomique de l'Université de Groningue, sur *La structure de l'Univers*; celle du Prof. Theodor Boveri, de l'Université de Würzburg, sur *Les bases de l'hérédité*. Parmi les titulaires de médailles et de prix que l'Académie a distribués à l'occasion de son jubilé, citons: le D.^r Kapteyn, qui a reçu la médaille Watson pour ses belles recherches sur la structure de l'Univers stellaire; M. Henri Deslandres, de l'Observatoire de Meudon, en France, auquel a été attribuée la médaille Henry Draper, pour ses recherches d'astrophysique; le Docteur Johan Hjort, de Bergen, en Norwège, qui a reçu la médaille Agassiz, pour ses contributions à la science océanographique. Le prix Comstock, de quinze cents dollars, a été attribuée au professeur Robert A. Millikan, de Chicago, pour ses démonstrations relatives à l'existence d'atomes électriques dans les éléments et à l'égalité de la charge électrique des ions positifs et négatifs dans les gaz ionisés, ainsi que pour sa contribution à nos connaissances concernant la constitution moléculaire et les phénomènes cinétiques des gaz. L'Académie a ensuite nommé un certain nombre de nouveaux membres et associés étrangers. — [Nous avons obtenu de publier le mémoire du Prof. Kapteyn sur *La structure de l'Univers*, mémoire qui présente un intérêt tout particulier, dans le prochain fascicule de « Scientia »].

II.^e Congrès de la Società italiana di psicologia.

La Société italienne de psychologie, fondée à Florence en 1910, a tenu son deuxième congrès à Rome, du 27 au 29 Mars dernier, sous la présidence effective de M. Sancte de Sanctis et sous la présidence d'honneur de M. Giuseppe Sergi. Les communications qui ont été lues au cours des cinq séances de ce congrès sont trop nombreuses pour que nous puissions en donner ici un résumé, même succinct. Nous aurons sans doute l'occasion de reparler de quelques-unes d'entre elles, lorsqu'elles seront publiées *in extenso* (elles le méritent d'ailleurs toutes) dans les revues spéciales. Bornons-nous pour le moment à signaler au hasard la communi-

cation de M. Bernardino Varisco sur l'*Equivoque de l'introspection*; celle de M. De Sarlo sur la *Classification des faits psychiques*; celle de M. Valli sur la *Conception psychologique de l'impératif*; celle de M. De Sanctis sur les *Phénomènes psychiques et le système nerveux*, etc., etc. On peut dire sans exagération qu'il n'est pas une question de toutes celles qui intéressent la psychologie actuelle qui n'ait été passée en revue ou discutée au cours de ce congrès. Il a révélé l'infatigable activité dont font preuve dans la domaine de la psychologie les savants italiens et l'importante contribution dont cette science leur est redevable. [Voir en outre : Congrès annoncés].

V.° Congrès de l'Association internationale des académies.

Le cinquième Congrès de l'Association internationale des académies s'est tenu pendant la semaine sainte à St.-Petersbourg. Sur les 22 académies qui font partie de l'Association, 21 ont pris part au congrès, la British Academy étant la seule qui ne fût pas représentée. Le congrès reprit la proposition qui a été présentée au congrès de Berlin et relative à une organisation internationale des recherches sur les problèmes qui se rapportent aux volcans. Il s'agit, non de fonder un institut international analogue à ceux qui existent déjà pour la géodesie et la séismologie, mais bien plutôt d'encourager chaque pays à prendre sa part dans les recherches, en fondant, si la chose est désirable, un institut qui lui appartienne en propre. Une commission autonome de l'Association internationale des académies pourrait alors servir de trait d'union entre ces différents instituts nationaux. Sur une proposition de l'Académie de St.-Petersbourg, un comité a été nommé avec la mission d'élaborer une échelle scientifique des couleurs. Et sur une autre proposition de la même académie, l'Association a décidé d'accorder son appui moral à l'organisation instituée à Frankfurt par M. le professeur Brendel en vue du calcul des orbites des petites planètes. Le congrès décida encore de donner suite à la proposition qui avait été faite au congrès de Rome et relative à la publication annuelle d'une table de constantes physico-chimiques. M. le professeur Turner a fait un rapport sur les derniers travaux relatifs à la nomenclature des traits de la surface lunaire. Sur la proposition de la section française de discuter la possibilité d'une réforme du calendrier, un comité a été nommé dans le but de soumettre cette question à une étude approfondie.

Congrès annoncés.

*** XIX^e Congrès international des américanistes. — Le dix-neuvième Congrès international des américanistes se tiendra à Washington en 1914 sous le patronage du président des États-Unis et avec le concours de la Smithsonian Institution. Le président du comité d'organisation est le Dr. W. H. Holmes du Musée national américain; le secrétaire est le Dr. Hrdlicka, du même musée; [adresse : Dr. Hrdlicka, Smithsonian Institution, National Museum, Washington. D. C., U. S. A.].

*** III^e Congrès de la Società italiana di psicologia. — Le troisième Congrès de la Société italienne de psychologie se tiendra à Naples, au

mois d'Octobre de l'année prochaine. Les questions mises à l'étude sont : 1° *État présent des études relatives à la psychologie de la mémoire*; rapporteur : M. Kiesow. — 2° *Résultats obtenus par la méthode expérimentale appliquée à l'auto-observation*; rapporteurs : MM. Gemelli et Del Greco. — 3° *Derniers progrès de la psychologie physiologique*; rapporteurs : MM. Colucci et Patrizi.

*** *Congrès d'esthétique et d'art de Berlin.* — Un Congrès d'esthétique et d'art se tiendra à Berlin au mois d'octobre prochain. Le congrès semble venir à propos parce qu'il peut servir d'expression à des intérêts scientifiques communs. Il est vrai que des questions d'esthétique et d'art sont fréquemment soulevées dans des réunions de philosophes, de psychologues, de sociologues, etc., mais elles ne peuvent jamais s'y présenter sous leur aspect propre. Afin de favoriser l'étude de l'esthétique considérée comme science, les philosophes et les psychologues qui s'occupent de l'art doivent être mis en rapport avec les représentants des sciences concrètes qui ne considèrent que l'œuvre d'art telle qu'elle résulte du travail de l'artiste. De sérieux services pourront être rendus à cette science lorsque des travailleurs, isolés jusqu'ici, se sentiront membres d'un vaste mouvement intellectuel. L'organisation d'un congrès permettra d'établir les échanges d'idées nécessaires à cet effet. En vue de faciliter la préparation du congrès, le Prof. Dessoir prie tous ceux qui seraient disposés à y participer de l'en avertir au plus tôt; [adresse : Prof. Max Dessoir, Universität, Berlin].

*** *IX^e Congrès de l'Institut international de sociologie.* — Le neuvième Congrès de l'Institut international de sociologie se tiendra à Vienne en 1915. Le sujet de ses travaux sera : *L'autorité et la hiérarchie sociale*. S'adresser à M. René Worms, secrétaire général; [115, boulevard Saint-Germain, Paris].

NOUVELLES DIVERSES.

Société française d'eugénique.

A la suite du Congrès international eugénique qui s'est tenu à Londres, en juillet dernier, les délégués français se sont réunis, sur l'initiative de Lucien March et sous la présidence d'Edmond Perrier, en vue d'étudier la fondation d'une Société française pour l'étude des questions relatives à l'amélioration des générations à venir. Il a été décidé de faire appel à toutes les personnes qu'intéressent les questions d'hérédité et d'évolution dans leur application à l'espèce humaine, les questions relatives à l'influence des milieux, de l'état économique, de la législation, des mœurs, sur la valeur des générations successives. Cette société en voie de formation portera le nom de Société française d'eugénique.

Déconvertes archéologiques et anthropologiques en Sibérie et en Mongolie.

Le Dr. A. Hrdlicka a terminé son voyage d'études en Europe, dans la Sibérie du Sud et en Mongolie. En ce qui concerne spécialement les re-

cherches en Sibérie et en Mongolie, il semble que ces pays constituent un champ d'exploration particulièrement important pour l'archéologie et l'anthropologie américaines. On trouve disséminés sur une grande étendue les restes vivants d'un peuple qui occupait la plupart de ces régions avant la constitution de l'Asie composite que l'on connaît aujourd'hui, peuple qui présentait la plus grande ressemblance physique possible avec les indigènes de l'Amérique.

La population noire des États-Unis de l'Amérique du Nord.

La Confédération Américaine du Nord est le pays qui, après l'Afrique, abrite le plus d'individus de race noire. D'après le dernier recensement, leur nombre atteint 9 millions et demi. Les neuf dixièmes habitent les États du Sud, et plus des trois dixièmes les États de Georgie, de Mississipi et d'Alabama. Il est intéressant de relever que les mariages mixtes entre blancs et nègres sont toujours plus nombreux là où les nègres sont en nombre inférieur à celui de la population blanche et qu'ils deviennent de plus en plus rares, à mesure qu'on passe à des régions où la population noire est abondante par rapport à la blanche. C'est ainsi que dans l'État de Maine, sur une population totale de 600.000 habitants comprenant seulement 1319 nègres, les trois cinquièmes de la population sont mulâtres. Dans le Mississipi, où les blancs et les nègres se font équilibre au point de vue numérique, l'union mixte est beaucoup plus rare. Dans la Caroline du Sud, dont les 800.000 nègres représentent les trois cinquièmes de la population totale, l'union mixte est un cas tout à fait exceptionnel. Les nègres des États-Unis exercent les professions les plus variées. Il est à remarquer qu'il y existe plus de 15.000 ecclésiastiques de race noire, et plus remarquable encore est ce fait, digne d'une recherche psychologique, que le nombre d'ecclésiastiques noirs augmente plus rapidement que celui de blancs. En dix ans, le nombre des premiers a augmenté de 27 p. 100, celui des derniers de 24 p. 100 seulement. On compte 171 prêtres sur 100.000 nègres et 141 prêtres sur 100.000 blancs.

Revue nouvelle.

On annonce la publication, à la librairie Marcel Rivière, d'une nouvelle revue des sciences psychologiques, sous la direction de MM. J. Tastevin et P. L. Couchoud. Elle paraîtra tous les trois mois, par livraisons de 90 pages contenant: 1. des mémoires originaux sur la psychologie, la psychiatrie, la psychologie sociale et la méthode en général; 2. des articles didactiques embrassant la matière d'un cours de psychologie et d'un cours de psychiatrie; 3. des articles critiques sur les publications récentes et les auteurs contemporains. On se propose d'unir intimement les sciences psychologiques, parce qu'« un psychologue doit être psychiâtre pour connaître les faits, et un psychiâtre doit être psychologue pour les utiliser ».

ASPERGES FILIPPO - *responsabile.*

MILANO — TIPO-LIT. REBESCHINI DI TURATI E C.

LE TEORIE DELLE SOSTANZE NEI PRESOKRATICI GRECI¹

PARTE SECONDA.

Anaxagora e gli Atomisti.

In un articolo precedente² ho preso in esame lo sviluppo che, nei primi pensatori greci, presero le teorie che riguardano le trasformazioni delle sostanze. Abbiamo visto così come sotto l'influenza di idee metafisiche e gnoseologiche le dottrine primitive venissero bruscamente abbandonate e come per effetto dei nuovi fattori storici si venissero a determinare tre correnti scientifiche, rappresentate, in particolare, da Empedokle, da Anaxagora e dagli atomisti.

Nell'articolo passato abbiamo anche preso in esame particolareggiato le dottrine che, sotto il punto di vista che ci interessa, furono emesse dal poeta-filosofo d'Akrigento. Oggi voglio brevemente parlare delle altre due dottrine e completare così la rapida scorsa attraverso le teorie sulle sostanze che si stabilirono in Grecia prima che apparisse quella del grande Stagirita.

•••

Chiudendo le considerazioni su Empedokle ho cercato di mostrare l'importanza che la dottrina di questi ebbe su quelle

¹ Tengo a rammentare che così come nel precedente articolo e negli altri miei scritti trascrivo l'ortografia dei nomi propri greci, e parole derivate, *letteralmente* con i caratteri latini equivalenti. Nella sola desinenza, invece del nominativo greco, uso la comune terminazione italiana.

² « Scientia », Vol. XIV (1913), pag. 163.

simili posteriori, non solamente antiche, ma anche moderne. Invece sorte bene diversa dalla teoria dell'Akrigentino ebbe quella di Anaxagora. Non solamente essa non riuscì ad avere seguito, ma ben presto fu fraintesa e travisata. Aristotele stesso non l'ha capita; introducendo nella sua esposizione la nuova parola ed il nuovo concetto di *ὁμοιομερής*, venne fatto della suddetta teoria una precorritrice, quasi, della teoria atomica, cosa che non ha invero alcuna base nei fatti. L'interpretazione così, involontariamente, falsata, si è poi mantenuta in tutti i posteriori libri di filosofia.

La teoria di Anaxagora, usando espressioni moderne, può forse enunciarsi nel modo seguente.¹ Tutte le infinite sostanze² che esistono al mondo sono indipendenti fra di loro ed intrasformabili le une nelle altre: « Come potrebbe, infatti, un capello generarsi da ciò che non è capello? la carne da ciò che non è carne? » (Fr. 10). In ogni particella dello spazio, poi, per quanto piccola, esiste una quantità più o meno grande di ognuna delle sostanze. Si può dire che il valore della quantità di ogni sostanza³ in ogni punto dello spazio è funzione del posto e del tempo

$$m_p = \varphi_p(x, y, z, t),$$

¹ Nella retta interpretazione del pensiero di Anaxagora si deve rilevare il merito grande di Paul Tannery. Vedi il suo libro *Pour l'histoire de la science hellène*, Paris, 1887.

² Fr. 1 (Diels): *ὁ μὲν πάντα χρήματα ἦν ἄπειρα καὶ πλῆθος καὶ σμικρότητα. καὶ γὰρ τὸ σμικρὸν ἄπειρον ἦν.* — Fr. 4: *τούτων δὲ οὕτως ἐχόντων χρὴ δοκεῖν ἐνεῖναι πολλὰ τε καὶ παντοῖα ἐν πᾶσι τοῖς συγκρινόμενοις καὶ σπέρματα πάντων χρημάτων καὶ ἰδέας παντοίας ἔχοντα καὶ χροῖας καὶ ἡδονάς. κ. τ. λ.*

³ Se invece di sostanze, modificando leggermente l'espressione di Anaxagora, ma forse non molto il suo pensiero, si dicesse qualità, ed invece di quantità di sostanze si parlasse di intensità di qualità, le proposizioni ora rammentate risulterebbero assai più chiare, e la teoria potrebbe assumere un aspetto quasi moderno. È appunto basandomi su ciò che io in un articolo pubblicato in *Isis* (Wondelgem-lez-Gand, I (1913), fasc. 3) ricerco, come accenno anche nel testo, di sviluppare il pensiero di Anaxagora in modo da stabilire una teoria alla quale possano adattarsi le nostre conoscenze attuali. La sola divergenza essenziale da Anaxagora che io mi permetto di stabilire nel mio sviluppo, è di non postulare *a priori* l'infinità delle sostanze primordiali, ma di lasciare dapprima il loro numero indeterminato, e ricercare di poi, quando il problema si specifichi maggiormente, il numero degli elementi che necessariamente vengono determinati dalle condizioni del problema. È inutile accennare che questo numero è variabile secondo le condizioni che stabiliamo, e che entro un campo ben determinato esso può coincidere con gli elementi oggi ammessi dai chimici.

dove le φ_p non divengono mai nulle. La quantità di ogni sostanza, poi, rimane invariabile; si ha cioè che

$$\frac{d}{dt} \int \varphi_p dx dy dz = 0,$$

dove l'integrale è esteso a tutto il cosmo. Non si può arguire dai dati rimastici, e la cosa anzi non era stata certamente nemmeno considerata, se in un dato punto la somma di una certa proprietà delle sostanze dovesse rimanere o no costante; in ogni caso questa proprietà costante non potrebbe mai essere il peso. Le qualità offerte da ogni singolo punto dello spazio dipendono dalla sostanza che in esso predomina. Gli spostamenti delle singole sostanze cagionano le apparenti trasformazioni. Anche in Anaxagora, come in Empedokle e come negli atomisti, le sostanze sono regolate nella loro distribuzione da una forza esterna. Da principio tutto era mescolato uniformemente, e perciò non si distinguevano le cose le une dalle altre (Fr. 4); quando invece la *νοῦς* cominciò ad agire con il suo moto vorticoso, dapprima nel centro e poi, a mano a mano sempre più ingrandendosi, verso la periferia, allora le cose cominciarono a distinguersi in seguito ad un ordinamento nella distribuzione delle sostanze, e « da tutte le cose che si distinguevano si condensò la terra, dalle nuvole si separò l'acqua, dall'acqua la terra, dalla terra le pietre per azione dell'umido; queste infatti si ritirano maggiormente dall'umido » (Fr. 16).

Abbiamo detto che la dottrina di Anaxagora non fu capita e che nè nella sua forma originale, quindi, nè in una alterata, essa ebbe influenza sulle speculazioni e sulle osservazioni posteriori. Nemmeno in tempi recenti, nonostante la sua possibilità teorica, è sorta alcuna teoria che si possa ritenere fondata su simili basi. Spero, però, ben presto, di esporre una teoria fondata nella sua essenza sui fondamenti di quella di Anaxagora, facendo subire ad essa solamente poche modificazioni. Questa teoria potrebbe ottimamente *in potenza* servire di base alle teorie chimiche moderne, e, sotto certi aspetti, potrebbe presentare anche dei vantaggi su quelle attualmente esistenti. Con ciò non sia inteso, però, che io voglia soppiantare le altre teorie; il mio scopo è solamente di mostrare quella relatività che esiste in tutte quante ed i grandi vantaggi che, anche per la pura teoria, offre l'investigazione storica.



L'ultima dottrina che abbiamo visto generarsi sotto l'influenza delle nuove concezioni gnoseologiche è quella di Leukippo e di Demokrito. Prima di tratteggiare per sommi capi questa teoria, come abbiamo fatto per le due precedenti, credo utile premettere alcune osservazioni di indole storica sul modo come, in tempi più o meno recenti, è stata considerata la dottrina stessa. In tal modo potremo giudicare meglio le valutazioni che di essa sono state fatte.

Il primo impulso del nuovo rinascimento fu dato da una lotta, alle volte accanita, contro l'Aristotele, assai spesso travisato dagli Arabi e dalla scolastica, sempre difeso accanitamente, spesso con la violenza e col sangue, dai teologi e dai professori ortodossi. Ora, sebbene Aristotele non si mostri molto favorevole verso Empedokle, pure accettandone in parte e deformandone la dottrina, la sua guerra senza quartiere contro gli atomisti è nettamente e formalmente dichiarata. Prima ragione questa, dunque, per far assurgere Demokrito in grande onore presso i nuovi filosofi; la sua fama recente cominciò infatti a stabilirsi saldamente con Francis Bacon. D'altra parte le idee atomistiche non erano morte, ma prolungandosi più o meno nascostamente nel medio evo, erano giunte sotto diverse forme e varietà, spesso fra loro contraddittorie, a porgere un prezioso ausilio ai nuovi fisici, ed anche ai costruttori dei grandi sistemi.

Una cosa attirava specialmente verso i sistemi formati di punti e di movimenti quali substrati delle varie sostanze, ed era la possibilità di applicare a questi, a tutto il mondo fenomenale del cosmo, quindi, quelle nuove leggi che la meccanica, passando dalle concezioni statiche antiche alle recenti dinamiche, così brillantemente arricchite da Galileo, aveva trovato e che andava continuamente arricchendo e per estensione e per profondità. È facile capire, perciò, come si potesse arrivare a credere di ridurre tutta la fisica, tutta la teoria del mondo, anzi, alla meccanica, e si venisse a dire con Huygens¹ che la sola via che è possibile seguire, se si vuole ve-

¹ Vedi il passo nel quale Huygens viene ad ammettere la luce come un fenomeno di movimento (*Traité de la lumière*, Leide, 1690, p. 2): « L'on ne saurait douter que la lumière ne consiste dans le mouvement de certaine matière.

ramente risolvere i problemi della scienza, è quella di ridurre tutto a fatti meccanici.

Ma il favore che, per le ragioni suddette, potevano godere Demokrito ed il suo sistema¹ andò continuamente accrescendosi anche per altre ragioni che non quelle puramente matematiche e meccaniche. Nello sviluppo *razionalista* che si fece dominante nel XVIII secolo, e nelle correnti *positiviste* del XIX, sembrò (e sembrò, dico, perchè la cosa per se non è giusta) che il sistema di Demokrito dovesse essere quello che in sè racchiudeva ogni germe di verità perchè, sottoponendo tutto alla geometria ed al calcolo, e riducendo tutto alla materia inerte ed alle forze od all'energia, che agivano *per necessità* e secondo le leggi fondamentali della natura, esso veniva a rappresentare il sistema scientifico ideale ed a respingere quell'idea di Dio (che i credenti del resto potevano ritirare fuori come primo motore) e di animismo che necessariamente dovevano intorbidare ogni teoria ben costrutta. Una teoria atomistica, nelle sue infinite varietà, è quella infatti che riesce a risolvere nel senso rigorosamente *deterministico* e *materialistico* il grande problema della natura tutta. E varî altri fatti poterono rafforzare ancora un tale entusiasmo per l'antica teoria atomistica, entusiasmo che possiamo scorgere nella maggior parte dei trattati di storia della filosofia che cercano di prendere l'ispirazione dal pensiero scientifico, ed indistintamente in tutti i libri di fisica, di chimica, e di filosofia scientifica. Fra questi cito la nuova teoria atomica, che del resto si basa più *apparentemente* che in realtà sull'antica teoria; ² la teoria delle formole

Car soit qu'on regarde sa production, on trouve qu'ici sur la Terre c'est principalement le feu et la flamme qui l'engendrent, lesquels contiennent sans doute des corps qui sont dans un mouvement rapide puis qu'ils dissolvent et fondent plusieurs autres corps des plus solides: soit qu'on regarde ses effets, on voit que quand la lumière est ramassée, comme par des miroirs concaves, elle a la vertu de brûler comme le feu, c'est-à-dire, qu'elle désunit les parties des corps; ce qui marque assurément du mouvement, *au moins dans la vraie Philosophie, dans laquelle on conçoit la cause de tous les effets naturels par des raisons de mécanique. Ce qu'il faut faire à mon avis, ou bien renoncer à toute espérance de jamais rien comprendre dans la Physique* ».

¹ Parlando del sistema atomistico del V e IV secolo avanti l'era volgare, dirò senz'altro, e per brevità, sistema di Demokrito. Qui è impossibile di voler cercare di distinguere le due teorie di Leukippo e di Demokrito e notare l'evoluzione che segna il passaggio dall'una all'altra. Tanto meno possiamo trattare della reale esistenza di Leukippo e dei dubbi che intorno all'asserzione di essa sono stati sollevati.

² La teoria chimica atomica, in fondo, non ci dice altro che questo: i rap-

piane e della stereochimica che sembrano darci la *τάξις* degli atomi stessi; ¹ ed infine le recentissime teorie elettroniche.

Non è il caso di estenderci a considerare lo sviluppo ed il valore di tali teorie. ² Qui, qualunque sia il giudizio che possiamo emettere su di esse, io ho voluto semplicemente farne menzione per mostrare come, dato un tale stato degli spiriti, assai facilmente i giudizi passati ed attuali sull'opera di Demokrito possono essere svisati e visti sotto una falsa luce che *non è quella del tempo nel quale essa si è venuta formando*. Ed infatti se riponiamo la dottrina nel proprio ambiente possiamo agevolmente accorgerci che essa, discostandosi dalla via più propriamente scientifica e *sperimentale* (e dico con intenzione quest'ultima parola) che fu seguita da Empedokle e poi da Aristotele, segna un volo poetico, compiuto da un uomo

porti fra certi coefficienti numerici (che esprimono dei pesi e che si riferiscono a ben determinate sostanze) restano sempre fissi. Questi coefficienti possono però venire anche moltiplicati con numeri intieri, che però, in generale, devono essere assai piccoli. I numeri invariabili che così troviamo, possono essere considerati come unità, o, come si dice in chimica, come degli atomi (Ostwald, per eliminare dal concetto di atomo chimico una idea che gli è estranea, e che spesso offusca la retta comprensione della intiera teoria, propose, e con ragione, il nome di *peso di combinazione*, per queste nuove unità). La teoria atomica chimica, quella che si iniziò con Dalton e si compì con Cannizzaro, ritiene però in sé più dello spirito della dottrina di Empedokle che di quella degli atomisti.

¹ Le rappresentazioni delle formole nel piano e nello spazio non fanno che dirci che i fenomeni delle trasformazioni delle sostanze non sono di un ordine tale da potere stabilire un parallelismo fra di esse e le semplici somme, per le quali valgono i principi di commutazione e di associazione, oppure i fenomeni lineari. I fenomeni delle trasformazioni delle sostanze rivestono invece un *carattere pluridimensionale*.

² Sulla dibattuta questione della concezione meccanicista e su quella ad essa opposta ho parlato più volte ed in particolare negli articoli: *Su alcuni concetti di chimica e di filosofia naturale* e *Le basi sperimentali della scienza e le ipotesi meccanicistiche*, pubblicati nella « Rivista Scient.-Ind. », Firenze, 1907, pag. 91 e 141. Qui voglio accennare solamente che è erroneo, come quasi sempre si usa, volere contrapporre senz'altro alla concezione meccanicista, quale sua antitesi, la concezione energetica. Ambedue possono presentare molti caratteri comuni, ad es. un carattere dogmatico; se questo si trova meno frequentemente negli scienziati che si usa classificare fra gli energeticisti, ciò non toglie che postulare che tutto si riduce ad energia, come dovrebbero fare gli scienziati ultimi ricordati, equivale, sotto un certo aspetto, a postulare che tutto non è che movimento ed *in potenza* (usiamo l'espressione di Aristotele) riducibile alle equazioni della meccanica. Piuttosto al meccanicismo che possiamo chiamare classico, ed anche all'energetismo dogmatico, si può contrapporre una considerazione relativistica della scienza e dei fenomeni che essa classifica, 'ordina e compendia. L'attitudine del Mach, ad es., si deve, nel caso, classificare come una estrinsecazione di quest'ultimo modo di concepire l'intiero scibile, e non mai, come ho visto fare sovente, indicarla come espressione della tendenza energeticista.

o da una scuola che, del resto, avevano molti altri titoli per meritare un'alta ammirazione scientifica. Tutto ciò, naturalmente, non toglie il valore che la teoria, in tempi posteriori, può avere assunto come lievito di nuovi e fecondi concetti.



Il sistema di Demokrito riannodandosi, come abbiamo detto, nella sua ispirazione alle dottrine di Parmenide ed a quelle degli antichi ioni, ha per caratteristica dominante la concezione di un'unica *materia* che forma l'eterno ed immutabile substrato di tutto. Come era possibile conciliare ciò con la effettiva od apparente esistenza delle varie sostanze e delle trasformazioni di esse? La via era già stata preparata da quei pythagorici che avevano messo in parallelo gli elementi della teoria di Empedokle con i quattro e poi con i cinque corpi regolari. La diversa *forma* delle ultime particelle poteva essere infatti una caratteristica dei diversi elementi. Demokrito allargò all'infinito il campo delle forme che potevano assumere le particelle, le rese non ulteriormente divisibili (*ἄτομοι*) e nella forma così ripose l'essenza delle proprietà che poi variamente si mostrano. I diversi atomi, poi, riunendosi variamente ed ordinandosi in modo diverso, producono le diverse apparenze e le incessanti modificazioni. Così come, dunque, gli antichi filosofi ioni ammettevano una sola sostanza e riportavano tutto a processi di rarefazione e condensazione, così gli atomisti, ritenuto esistente un solo substrato, riportarono a tre accidenti, la forma, l'ordine e la posizione, la cagione di tutte le cose. E per spiegarci meglio i significati espressi dalle tre parole, Aristotele, in una sua esposizione delle idee atomistiche ci mostra con un esempio come *A* e *N* differiscano per la forma (*σχῆμα*), *AN* e *NA* per l'ordine (*τάξις*), $\boxplus$ ed *H* per la posizione (*θέσις*). ¹

Io credo che in questa concezione debba trovarsi la prima origine *logica* della teoria degli atomisti. A questa poi deve aggiungersi un sentimento *deterministico* della natura, comune però anche ad altre scuole, per il quale « nulla avviene senza motivo, ma ogni cosa per una causa o per necessità » (Leukippo, fr. 2). Da queste premesse si generò così l'idea, che si

¹ ARISTOT., *Metaph.*, I, 4.

mostrò capitale per la teoria atomistica, per la quale « sono opinioni il dolce, l'amaro, il caldo, il freddo, il colore. Di realmente esistenti non vi sono che gli atomi ed il vuoto » (Demokrito, fr. 9).

Il concetto sopra rammentato del vuoto richiede, da parte nostra, alcune osservazioni. Esso non si poteva naturalmente presentare ai primi investigatori. Fino a che, infatti, l'unica sostanza poteva assumere tutti i diversi aspetti, o le sostanze, immutabili in se stesse, erano diverse, nessuna difficoltà dell'ordine che ora diremo si poteva presentare alla mente dei naturalisti; ma quando la sostanza fu ammessa una ed immutabile, e si spiegarono le varie apparenze con la forma e la disposizione delle sue ultime particelle, fu ben naturale, anzi necessario, che ci si domandasse: ma come possono esistere queste forme e queste disposizioni se non vi è che la sola sostanza in questione? E se essa confina ovunque con se stessa, come è possibile la forma, anzi la stessa struttura atomistica dell'elemento primordiale? In tal modo il $\mu\eta\ \delta\upsilon$ di Parmenide si veniva necessariamente a trasformare in una realtà, e così il vuoto venne ad occupare, presso gli atomisti, un posto importante ed equipollente a quello della materia.

L'antichità scientifica fu urtata da una tale teoria che portava in sé una dottrina che nessun fatto di osservazione o di esperienza poteva, nelle condizioni delle scienze di allora, nemmeno lontanamente portare ad ammettere. E di questa riprovazione è testimonianza autorevole Aristotele stesso che combatte fieramente l'opinione allora emessa. In tempi posteriori si è voluto considerare come una colpa di Aristotele il suo assioma che la natura aborre dal vuoto. Ma non si può considerare come un appunto contro lo Stagirita l'accusa di avere ignorato quello che solamente la tarda posterità poteva arrivare a scoprire per vie ben diverse e con altra portata; non si potevano allora certamente divinare i risultati che ci avrebbero apportato la macchina pneumatica e l'invenzione di chiusure ermetiche. Attribuire simili colpe è cosa vana e ridicola. Dobbiamo al contrario riconoscere che Aristotele, sia in questo caso, sia in moltissimi altri, si è mostrato, per i suoi tempi, uno scienziato di un'altezza e di una comprensione superiore, e tale da vincere sotto ogni aspetto, fatte le debite riduzioni per le condizioni scientifiche di allora, la maggior parte dei pensatori odierni. Non è infatti difficile mostrare come

nella grandissima maggioranza dei casi, esclusi quelli nei quali entravano concetti matematici che, per Aristotele, non erano il forte, lo Stagirita abbia percorso nella sua sistematizzazione la via che, sotto tutti i riguardi, era la migliore e la più rigorosa possibile per i suoi tempi. È quindi un vezzo assai sciocco, sebbene di moda, screditare lo Stagirita quale scienziato e stimare poco l'opera sua di fisico e naturalista. Un tal fatto era non solamente scusabile, ma anche perfettamente comprensibile nell'epoca nella quale sull'intiero pensiero scientifico gravava l'autorità assoluta dell'opera di questo genio, opera che però per la sua antichità e per le recenti scoperte era divenuta antiquata e non più consentanea allo spirito nuovo, perchè allora il futuro progresso poteva solamente conquistarsi collo spezzare i ceppi che tenevano legata la scienza. In un periodo ben diverso però, come il nostro, e che si gloria della *comprensione storica* degli avvenimenti del passato, un tale giudizio avventato non è più scusabile e sarebbe sperabile che non dovesse più continuare a ripetersi.

Aristotele, dunque, come ho detto, combattè vigorosamente la teoria del vuoto, e, quindi, nella sua essenza, la teoria atomistica. Nessuno degli scienziati posteriori dell'antichità ammise poi questa teoria; gli stessi Padri della Chiesa ne rifugirono per il carattere ateistico che fu voluto dare alla dottrina di Demokrito. La sola scuola epikourea, quella che fu la meno scientifica di tutta l'antichità, fece sua la teoria del filosofo di Abdera; questa però non giunse allora a dare alcun risultato positivo, e nemmeno a descrivere in modo esauriente, almeno per il suo tempo, alcuno dei tanti processi di trasformazione che si vanno svolgendo in natura e che erano già bene conosciuti dagli antichi. Dopo il rinascimento, invece, le teorie corpuscolari ed atomiche presero una notevole importanza, specialmente per la fisica. Ma bisogna considerare che allora ci troviamo in un nuovo periodo, nel quale altri metodi e nuove cognizioni si fanno strada. Non è detto poi, infine, che l'insieme delle moderne teorie basate su tali concezioni, non possano essere niente altro che un ottimo strumento di lavoro ed un modello meccanico utilissimo per comprendere e spiegare una larga serie di relazioni qualitative e quantitative. Comunque sia, l'indole di questo studio non ci consente di estenderci su considerazioni relative alla storia di tempi recenti o alla critica di teorie moderne.



È invece utile, per comprendere bene la situazione della teoria atomica nell'antichità, di considerare la stima nella quale essa era tenuta dai veri chimici pratici di allora, ossia dagli alchimisti. Considerazioni di tal genere conducono ai risultati assai interessanti dal lato storico, ai quali ben tosto accenneremo. Prima di tutto però va espressamente notato come sia da combattersi vivamente una opinione che, assai diffusa una volta, ora del resto va lentamente sperdendosi in seguito agli ultimi lavori, e cioè che la massa degli alchimisti sia da considerarsi come un insieme di ciurmadori. E non solamente i casi di truffe, come oggidì, erano fenomeni isolati, ma bisogna anche convincersi che il problema fondamentale intorno al quale gravitavano tutte le loro ricerche, la fabbricazione dell'oro, era allora un problema legittimamente scientifico, così come anche oggi, sebbene la cosa sembri di una difficoltà estrema, non è detto che sia assolutamente impossibile la trasformazione reciproca fra sostanze che la chimica odierna definisce come elementi.¹ Indipendentemente da ciò i lavori degli alchimisti hanno determinato progressi enormi nella tecnica di laboratorio e nella effettiva conoscenza dei fatti chimici.

È noto come gli alchimisti greci, vissuti per la maggior parte in Egitto nei primi secoli dell'era cristiana (almeno la maggior parte dei monumenti letterari rimastici appartengono a quell'epoca) attribuiscano falsamente a Demokrito varie opere alle quali essi fecero numerosi commentari. Era quella, per l'antichità, l'epoca classica delle falsificazioni letterarie. Ora, come elemento per giudicare la posizione scientifica rigorosa del filosofo di Abdera, in particolare dal lato chimico, è interessante osservare come in nessuno degli scritti alchimici rimastici e che riguardano Demokrito, o, meglio, lo pseudo-Demokrito, non vi sia alcun accenno alla sua teoria atomica. Demokrito viene considerato, invece, come un dotto chimico, espertissimo nelle trasformazioni effettive delle sostanze e nella

¹ Sulla definizione di elemento e sulla necessità di concepire questo in maniera meno assoluta ho parlato in due articoli: *Su un nuovo concetto di elemento* e *Ancora su un nuovo concetto di elemento*, pubblicati nei « Rendiconti dell'Accademia dei Lincei », xvii (1908), p. 374 e 420, e ristampati lo stesso anno nella « Gazzetta Chimica ».

tecnica. Ora questo fatto ci mostra chiaramente che se gli epikourei, dotati di una mentalità del tutto ascientifica, poterono appropriarsi la teoria atomica, questa non era invece presa affatto in considerazione da coloro che lavoravano seriamente nel campo allora così misterioso della chimica.

Può essere non inutile accennare brevemente ad alcuni trattati demokritani. Perciò considero il testo degli alchimisti greci pubblicato dal Berthelot (Paris, 1887), e, per non dovere discutere sull'interpretazione di alcuni passi, cito direttamente la traduzione francese pubblicata dall'autore suddetto.

Uno dei trattati demokritani è il *Ἀποκριτὸν γυναικᾶ καὶ μυστικᾶ* (III, 1); il testo riportato è forse una parte di un'opera più ampia. Esso contiene varie ricette per la preparazione di tinture, per il trattamento dei metalli, per la fabbricazione dell'*asem* (argento), etc. — Una lettera di Demokrito a Leukippo (II, 2) tratta pure di processi simili. Ecco l'esposizione, che in essa si trova, dei soggetti che tratterà lo scrivente: « L'ouvrage comprend le blanchissement et le jaunissement, ainsi que les amollissements et les cuissons du mineral de cuivre. Je laisse de côté la teinture; mais plus tard je reviendrai sur tous les produits singuliers qui se fabriquent au moyen de ce même cuivre et du cinabre. Tu peux faire de l'or avec de la cadmie et les autres espèces, par calcinations et alliages, et fabriquer des produits singuliers ».

Non meno interessanti degli scritti attribuiti a Demokrito sono, sotto il nostro punto di vista, i commenti sui libri demokritani. In quello di Synesio, certamente il noto vescovo della Pentapoli kyrenaika,¹ troviamo ad esempio (II, 3) il seguente *profilo* di « le philosophe Démocrite, ce naturaliste venu d'Abdère, qui a dirigé ses investigations sur toutes les choses de la nature et qui a traité des êtres naturels. Abdère est une ville de Thrace. Démocrite était un très savant homme qui, venu en Égypte, fut initié aux mystères par le grand Ostanès, dans le sanctuaire de Memphis, par lui et ses disciples, prêtres d'Égypte. Tirant de lui ses principes, il composa quatre livres de teinture, sur l'or et l'argent, sur les pierres et sur la pourpre. Par ces mots, "tirant ses principes", j'entends qu'il écrivit d'après le grand Ostanès. Car cet (écrivain) est le premier qui ait émis ces axiomes: "la nature est charmée par la

¹ Vedi in proposito il mio articolo *Scienziati e pensatori di Kyrene* in « Rivista di filosofia », IV (1912), p. 367.

nature,, et "la nature triomphe de la nature,, etc. ». — Segue un'esposizione delle varie teorie e dei lavori dello pseudo-Demokrito, ma in essa, come ho già detto, non si trova alcun accenno alle teorie atomiche, mentre si rileva, nel supposto filosofo di Abdera, una grande tendenza classificatoria.

Anche Olympiodoro, nel suo commentario ad un lavoro di Zosimo, parla spesso di Demokrito, ma sempre nel senso da noi indicato. Anzi (II, 4) parlando degli elementi ammessi dal filosofo di Abdera, accenna ai quattro elementi: « Il a exposé d'abord les choses qui ont besoin du feu, et qu'il convient de traiter tantôt sur un feu doux, tantôt sur un grand feu, tantôt sur des charbons. Puis il parle de l'air et des choses de l'air, telles que les animaux qui vivent dans l'air. Pareillement des choses des eaux telle que la bile, les poissons, tout ce qui se prepare au moyen des poissons et au moyen des eaux. De même il parle des choses de la terre, telles que le sel, les métaux et les plantes. Il sépare en classes chacun de ces êtres, d'après leurs couleurs, leurs propriétés spécifiques et génériques, tout étant susceptibles d'être mâles et femelles ». Ma ancora più interessante, sebbene disgraziatamente oscura per l'uso di un linguaggio simbolico, è una specie di storia dei principî ammessi dagli antichi filosofi: Thalete ammette un principio unico, l'essere dell'acqua, cioè, aggiunge uno scholio, l'essere dell'acqua divina, l'oro, cioè l'uovo dell'acqua divina, l'oro. Parmenide ha per principio il divino (lo zolfo?), la potenza del quale è unica, immutabile, determinata. E più avanti: « Ces deux hommes, je veux dire le Milésien et Parménide, Aristote est d'avis de les rejeter du chœur des naturalistes. En effet, ce sont des théologiens s'occupant de questions étrangères aux choses naturelles, et s'attachant aux choses immuables; tandis que toutes les choses naturelles se meuvent, car la nature est le principe du mouvement et du repos ». Seguendo nella sua esposizione Olympiodoro ci dice ancora: Diogene ammette l'aria (plastica e che genera gli uccelli); Herakleito ed Hippaso ammettono il fuoco (fecondo, perchè tutto nasce per riscaldamento). Della terra (che non è feconda) nessuno ha fatto un elemento ad eccezione di Xenophane che l'ha presa per principio. Infine vengono Anaximene che ammette l'aria dicendo: « L'air est voisin de l'incorporel, et comme nous existons grâce à son écoulement, il faut qu'il soit infini et opulent, puisque il ne fait jamais défaut », ed Anaximandro che

dice che il principio è l'intermediario (*μεταξύ*): « ce qui désigne la vapeur humide ou sèche (fumée) ». Detto ciò Olympiodoro ricapitola le cose già esposte, accennando anche a vari alchimisti reali ed immaginari. Quello però che qui più ci importa di rilevare è che anche in questa esposizione storica, che, se pecca per enormi inesattezze pure mostra una certa derivazione dalle idee originali, manca del tutto un accenno alla teoria atomica che collega il suo nome con uno degli autori più frequentemente ricordato da Olympiodoro stesso.

Di Zosimo abbiamo un capitolo che nel titolo ci è largo di promesse: *Sulle sostanze che servono di supporto e sui quattro corpi (metallici) secondo Demokrito* (*περί τὰ ὑπάστατα καὶ τὰ ὀσώματα κατὰ τὸν Δημόκριτον τὸν ἐπίοντα*). Le speranze concepite vengono però deluse dalla trattazione che si riduce ad una esposizione dei principî della tintura (è anche tintura colorare i metalli, ad esempio in giallo, riducendoli così ad oro, od in bianco, portandoli ad argento). Anche le varie altre citazioni di Demokrito che troviamo nel *divino* Zosimo, si riducono alla esposizione di ricette varie. Ecco un esempio (III, 16): « Voici dans quels termes Démocrite expose ces choses aux prophètes égyptiens: Je t'écris, ô Philarète, pour t'exposer tout au long la puissance de l'art. Voici le catalogue des espèces: le mercure, tiré du cinabre, (la magnésie), l'antimoine de Coptos, de Chalcédoine, d'Italie, le lithurge, la céruse, le plomb, l'étain, le fer, le cuivre, la crisocolle, le claudianon, la cadmie, la pyrite, l'androdamas, le soufre, l'arsenic, la sandaraque, le cinabre (*ὑδράργυρος ἢ ἀπὸ κινναβάρεως, μαγνησία, καὶ στίμμι κοπτικός, χαλκηδόνιον, ἰταλικός, λιθάργυρος, ψιμμίθιος, μόλνιβδος, κασσίτερος, σίδερος, χαλκός, χρυσόκολλα, κλαυδιανόν, καδμεία, πνρίτης, ἀνδροδάμας, θεῖον ἄθικτον, ἀρσένικον, σανδαράχη, κιννάβαρις*) ». Segue l'indicazione dell'ufficio per il quale queste sostanze possono servire nell'*opera* (alchimica). Più avanti Zosimo stesso dice (III, 17): « Démocrite a nommé substances les quatre corps métalliques; il entendait par là le cuivre, le fer, l'étain et le plomb ».

Simili espressioni e ricette ricorrono in tutti gli altri scritti alchimici. Come risultato di tutte queste ripetute constatazioni credo di potere affermare recisamente quanto segue: Demokrito non solamente elaborò, seguendo forse Leukippo, la teoria atomica, ma si occupò pure, come sappiamo anche da altre parti, di questioni tecniche relative alle sostanze, ai minerali, ai processi di metallurgia, etc. La fama di questi lavori, che

dovevano certamente essere assai importanti, si conservò; in tal modo in secoli posteriori, quando si andava a caccia di nomi famosi dell'antichità per mettere sotto la protezione del loro nome scritti recenti, quello di Demokrito sembrò uno dei più adatti per accogliere sotto di sè teorie e ricette numerose che poco hanno che fare col vero filosofo di Abdera. Ma se i lavori sperimentali e d'osservazione dell'antico pensatore avevano lasciato di sè una grande memoria, la teoria atomica, invece, in *tutte le scuole pratiche scientifiche*, fu considerata come una creazione artificiosa, extrascientifica, ed anche, seguendo in ciò Aristotele, come una dottrina falsa nei suoi principî stessi. Nei circoli suddetti, quindi, una tale teoria uscì ben presto di memoria, ed i tardi favoleggiatori scientifici intorno a Demokrito, o, come è probabile, non ne hanno avuto nemmeno conoscenza, oppure hanno stimato la teoria stessa, ormai caduta in mano agli epikourei, come qualche cosa di valore così piccolo e di un'utilità così negativa, da non essere nemmeno degna di menzione.



Data questa breve ma interessante scorsa storica intorno alle vicende della teoria atomica nell'antichità, rileviamo ancora alcune poche altre caratteristiche della teoria di Demokrito, quali si possono rilevare dagli scarsissimi documenti rimastici, e che non siano, come il poema di Lucretio, inquinati da posteriori aggiunte dovute agli epikourei.

Esistono dunque solamente gli atomi ed il vuoto. Gli atomi sono di infinite qualità e forme (Arist., *de gen. et corr.*, I, 1); con le loro diverse posizioni ed ordinamenti essi formano le diverse sostanze in modo del tutto simile a quello col quale, dalle diverse lettere dell'alfabeto, sono formate le tragedie e le commedie (Arist., *id.*, I, 2). Le diverse forme non sono precisate, sappiamo solamente che quelle del fuoco possiedono la forma di sfere, e che tale pure è la forma di quelle che compongono l'anima (Arist., *de cælo*, III, 4). Le variazioni avvengono nel modo seguente: Gli atomi si trovano in un continuo stato di caduta nello spazio vuoto. In questa caduta essi si urtano fra di loro; vengono così generati varî movimenti ed in particolare quelli laterali e quelli vorticosi. In tal modo si determinano i diversi ordinamenti e le diverse posizioni, e pos-

sono prendere origine le apparenze differenti e mutabili. Tutto il resto della teoria si può ricondurre a questi capi principali.

Rimane però da rispondere ancora ad una domanda che si collega ad una questione che già prima abbiamo toccato. Nella teoria atomistica sono le trasformazioni potenzialmente illimitate in tutti i sensi, ed ogni sostanza può, quindi, trasformarsi in ogni altra? Oppure tutte le diverse specie di atomi rimangono, quasi come le qualità di Anaxagora, inalterate e formano una serie illimitata di elementi primari? In altri termini, dati i presupposti della teoria, possono gli atomi cambiare di forma?

Sembra che nella teoria di Demokrito si ammettesse questa irreducibilità degli elementi primitivi. Ma, osserva acutamente Aristotele (*de cælo*, III, 4), facendo un ragionamento allora ammesso e di uso comune, questo è un non senso; tutte le figure infatti possono scomporsi e ridursi ad alcune forme primitive, ed allora non sono più gli atomi gli *ἀτομαί* delle sostanze, ma lo sono queste poche forme. E lo stesso si può ripetere per i movimenti.

Ma a parte anche queste considerazioni, il concetto fondamentale della posizione e dell'ordinamento degli atomi e della unità della *ἕλη* degli atomi stessi, doveva escludere, almeno originariamente, una tale esclusiva importanza per la forma di essi. Attribuire troppo valore a questo era un difetto sensibile degli atomisti i quali così ricadevano, non volendo, nella teoria che volevano evitare. Immaginare poi nel pensiero degli atomisti antichi l'idea di una doppia influenza della qualità degli atomi e della loro disposizione, come si fa oggi e sotto un altro punto di vista, specialmente nella sistematica della chimica organica, sarebbe cosa del tutto anacronistica.

Dobbiamo quindi pensare che, invero, nel pensiero originale degli atomisti, coscientemente, oppure quasi inconsapevolmente insita, dovesse esservi l'idea dell'assoluta unità della *ἕλη* (fatta astrazione dal vuoto) e della conseguente possibile trasformazione di tutto in tutto.



Abbiamo visto così come alla fine del quinto secolo avanti la nostra era volgare si fossero stabilite, e per delle influenze che abbiamo rammentate, tre dottrine per spiegare l'essenza

della natura e delle trasformazioni delle sostanze, dottrine che possiamo considerare come i tre risultati diversi di uno stesso conato naturalistico e logico. Empedokle, Anaxagora e Demokrito sono i tre nomi intimamente legati alle tre teorie. Rimarrebbe ora da fare lo studio intorno alle nuove trasformazioni che subirono le suddette dottrine ed, in particolare, a quella che forma la teoria delle trasformazioni delle sostanze che si presenta nella grande opera scientifica di Aristotele. Ma tanto questo studio quanto quello delle teorie che succedettero a quella dello Stagirita non rientra nel campo del presente lavoro che si doveva occupare del periodo che con denominazione usuale si dice presokratiko, ma che, in riguardo allo sviluppo delle scienze fisiche e naturali, assai meglio potrebbe dirsi prearistotelico. Del resto, sia per le idee intorno alle quali abbiamo trattato, sia per quelle emesse in altri campi dello scibile, questo periodo è quello che nello sviluppo del pensiero greco si presenta più meravigliosamente creativo e che invero contribuì per la massima parte a dare l'indirizzo ed il carattere a tutte le indagini e scoperte posteriori.

Roma, Università.

ALDO MIELI

ON THE STRUCTURE OF THE UNIVERSE

The problem of the present structure of the Universe is the problem of the distances. From the moment that the distances shall be known we shall be able to make a model which will be a true representation of our stellar system. For, in order to make such a model, we can begin by drawing the lines in which we see the stars. Modern observation determines these directions with considerable precision. All that remains is to locate the stars on these lines and this involves only the knowledge of the distances.

Not only do the distances determine the present arrangement of the stars in space, they also determine the present *change* of the system. For we evidently get the change in direction by observing this direction at two or more different epochs; the change in distance we determine by the well known spectroscopic method of Doppler and Fizeau.

During the time that the stars have been observed with something like modern precision we have found the star motions to be practically rectilinear and uniform. If this were rigorously so, and if we were sure that it was so in the past and will continue to be so in the future, then, with the here assumed determination of the distance, we could evidently come to know the past, the present and the future of the arrangement of stars in space. We might then say that we had solved the complete problem of the structure of the universe. But of course our supposition is inadmissible. The mutual attraction of the stars may not make itself much felt in a couple of centuries, in the course of the ages with

which we have to deal in studying cosmical evolution, this attraction must fundamentally change the course of events. The remote past and future of the system, that is to say its *evolution*, must therefore be studied by itself.

Now that I have been asked to write on the subject of the structure of the Universe, I ought to review what has been done of late in regard to the two problems alluded to, but as the subject is too vast for the space at my disposal, I wish to confine myself to that part of it which is concerned with what is called *star-streaming*. I will therefore consider the questions, what has the discovery of star-streaming done, what does it promise to do, for the solution of the two problems: *a.* The problem of the distances; *b.* The problem of the history, that is the evolution of the stellar system.

If what has been done as yet seems little, astronomers may plead extenuating circumstances. The time has been over short, — as a consequence we have not yet even approximately the materials we want. If something has been accomplished, we gratefully acknowledge that we owe it largely to American astronomers. Take away the energetic and devoted work done in America and hardly anything would remain of the results I am going to submit here. Little as it is what we know up to the present time we shall still have to limit the field of discussion. We will, therefore, confine ourselves almost exclusively to the last of the two problems, devoting but a few sentences to the first.

As to this problem then. It is a well known fact that, with a few exceptions, the star distances are too great for direct measurement. The diameter of the earth's orbit round the sun, which in these measurements is used as a base, has proved to be too small as compared with the stellar distances. In two important cases, where direct measurement seems hopeless or at least very difficult, an indirect method has led to the desired end. I allude to the case of the two physical groups, that of the *Hyades* and that of *Ursa Major*. Both groups show the peculiarity that the stars of which they are composed move with equal velocity in practically parallel lines. For the members of any group in which such is the case we can theoretically work out the distances, by means of observations which nowadays offer no difficulty. Unfortunately in most cases *theoretically* only; for *practically*, as a

consequence of the unavoidable errors of observations, we must add the condition that the group must not cover too small a part of the celestial sphere. The method for instance fails as yet for the Pleiades, though in this group also, the stars move with equal velocity in parallel lines. The group, however, is too small for a useful application of the method. Let us call this method, — (which for brevity's sake I will not here try to explain), — the method of the Hyades and consider the question :

May not this method of the Hyades be extended to the wholesale determination of distances in the great stellar system? I think it may to a greater or lesser extent, owing to the discovery of the star-streams.

In order to get a clear idea of what is understood by star-streaming, imagine two clouds of stars. Imagine these clouds to be at first wide apart in space. Let the stars contained in each cloud move, within the cloud, in all directions indiscriminately, much like the molecules of a gas. I shall call this motion the *internal* motion.

Now imagine each cloud to have, in addition, a motion as a whole, the *cloud or stream-motion*. Furthermore let this motion be such that the clouds are brought together and let us imagine that at the present moment they have, penetrated into each other, wholly or partially, we have no means of judging which. Finally imagine the sun and the solar system somewhere in that part of the clouds where they have thoroughly intermixed and let the sun have a progressive motion of its own.

What a man on the sun, or what is practically the same, on the earth, would see in the supposed case, corresponds closely with what he actually sees happening in the sky.

Had the stars of each cloud no internal motion, that is, were the stars at rest within the clouds, then they would of course have no other motion than that of the clouds themselves and we should see all the stars of the sky moving in two great streams, the members of each stream moving in perfectly parallel lines with what, linearly, must be perfectly equal velocity, the two streams making an angle of about 100 degrees.¹

¹ Throughout this paper the motions are to be understood as relative to the sun as a fixed point.

Owing to the internal motions, however, they will not see this. These internal motions will destroy the perfect parallelism and perfect equality, so what really is seen is that the stars move only *preferentially* in two directions making an angle of about 100 degrees with each other. Small deviations from these preferential directions are frequent, greater deviations are much rarer, very great deviations are exceptional.

This describes what is actually observed in the sky. We may say that all the investigations made since the first announcement of star-streaming in 1904, investigations based on very different materials, agree in the establishment of the two preferential directions of motion. We find them in the brighter stars, we find them in the fainter stars; in the swift moving stars and in the slow moving stars. They betray their existence in the radial motion as well as in the astronomical motion.

In the *interpretation* of the facts, however, there is a difference. *Our* representation by the two independent star-clouds is one of them. Whether this interpretation is the correct one or whether some other interpretation in which the unity of the system is saved, be the true one, is a question of evolution. We shall have to consider it presently. Our conclusion will then be in favor of the two-cloud theory and for the sake of greater clearness in the exposition I shall go on in making use of this representation, though what will be advanced will be in reality not or but slightly changed if we start simply from the observed facts.

After this digression let us come back to the question whether the method of the Hyades might not in some way serve for the great system itself. The condition for such an application is that the motions must be equal and parallel.

It must be evident that as long as we consider the system as a whole — and at the time before we knew anything of the star-streams we had no choice but to do so — our condition is not satisfied in the remotest degree. Yet even then the method has proved to be not wholly useless.

But things look altogether different now, at least as soon as we succeed in separating the two streams, that is in deciding for every individual star to which of the two streams it belongs. At present we are able to do this to a certain extent

but data are fast accumulating which will permit us to do so on a far greater scale in the near future.

This being once accomplished, we can consider each stream separately and this brings us an enormous step nearer to the Hyades case. We should have the ideal case — more perfect even than it is probably realized in the Hyades — if in each of our own streams what we called the *internal* velocity were zero. All the stars would then simply have the cloud- or stream-velocity, that is, they would move with the same velocity in perfectly parallel lines. Now this case, it is true, is *not* that of nature. But for *one* great class of stars at least, that of the Helium stars, the internal velocities are very small. The ideal case is therefore satisfied with some approximation. Consequently we can find approximate distances. The approximation even proves to be a pretty good one.

For the other classes the internal motion is more considerable. Still for these too our notions of distance will be very greatly improved as soon as we succeed in separating the members of the two streams.

There is, moreover, a hopeful circumstance. In the closer investigation of the Helium and first type stars we begin to find seemingly clear indications of the fact that our streams are built up of partial streams, which partial streams have slightly but still distinctly different motion. In each partial stream the condition of equality and parallelism must be still more nearly satisfied than for the stream as a whole, with the consequence that the distances become even more accurately measurable. There seems to be reasonable hope that further investigation will enable us to trace such partial groups also in the other classes of stars, thereby increasing our power over the problem of the distances for them all.

This very incomplete indication must suffice for the present. It is more than time to proceed to the second of our problems, the main subject on which I wish to offer some remarks, the problem of the history, that is the evolution of the system.

In this study of the history of the system we start from what we know, or think we know, about the evolution of the separate stars.

The stars have been classified by Secchi into *four* types according to their spectrum. We have at present more elabo-

rate classifications, but Secchi's classification, a little modified, will do for the present. Of the stars of the *fourth* type we know as yet so little and their number is as yet so small that we may leave them here out of consideration. Part of the first type has later on been separated from the rest; they show the Helium lines in their spectrum and are now generally placed in a separate class, the class of the Helium stars, already alluded to. We will thus consider the four classes: The Helium stars; the stars of the 1st, the 2^d, the 3^d type in which the bulk of all the stars with known spectrum are contained.

Now there is much evidence showing that this classification is a natural one, I mean one of order of evolution, the Helium stars being those of recent birth, while we get to older and older stars in passing from these to the stars of the first, then to those of the second — and finally to those of the third type. I will adopt this view in what follows, though well aware of the fact that some astronomers do not agree with it. I find myself justified in this, not only because I believe this view to be entertained by the great majority of our eminent spectroscopists, but also because it will at once appear that the very phenomena of the star-streams to which I now wish to draw your attention, strongly confirm it.

Where we wish to penetrate into the history of the system it seems natural to treat the problem of star-streaming separately for these four classes of stars. The work offers some difficulties, particularly owing to scantiness of materials. Still, it has been possible to carry it through in such a way as to establish a few facts and to get at least indications about others. We will consider only the two following, about the reality of which there cannot well remain any doubt.

1st The older the stars, the greater the internal velocity;

2^d The older the stars, the richer the second stream, at least as compared to the first stream.¹

Now these facts at once lead us back to the question just now mentioned, about the order of evolution of the several spectral classes. For this regularity in the increase both of the internal velocity and of the richness of the second stream exists only *if we adopt* for the order of evolution either the

¹ It would have been somewhat more correct to say, in regard to this second phenomenon, that there is a regular progression in the order: Helium, 1st, 2^d, 3^d, the types II and III not having been as yet separately investigated.

order: Helium, first, second, third type or the exact inverse order: third, second, first, Helium, and on no other supposition. Therefore, just with the same right that we expect that all properties of the stars will change with age *gradually* and not *per saltum* just with that right we judge that the order of evolution must be as we assumed. That the order of evolution is not the reverse (3^d, 2^d, 1st, Helium), is proved by other facts which we cannot now consider. We thus have strong confirmation here of what, on totally different grounds, is pretty generally considered to be the order of the different stages in a star's life.

But to proceed. As the younger the stars are the smaller are their internal motions, it follows at once that from whatever matter our youngest stars — the Helium stars — may have been evolved, that matter must in all probability have still smaller internal motion. Let us call this matter *primordial matter*. As the internal velocity of the Helium stars is already so very small we come to the conclusion that primordial matter must practically have hardly any other motion than the motion of the cloud to which it belongs.

There is more: According to the second of the observed facts, the second stream, which is rich in older stars is much poorer in younger ones. The Helium stars show hardly any trace of a second stream. We must expect, therefore, that for primordial matter there will practically be no second stream or second star cloud. Finally, therefore, we must expect that the particles of primordial matter will all move practically in parallel lines in the direction in which all but a very few of the Heliumstars move and with the same velocity.

Now it is a very general notion that it is from the nebulae that the stars are formed, and from that point of view, what we called primordial matter would be nothing else than the matter of the nebulae. What precedes gives us the means of testing this notion by observation. What then does observation show?

The number of available data is as yet extremely small. Determination of the astronomical proper motion for the ill defined nebulae, labors under particular difficulties. Up to the present time it has been invariably unsuccessful.

For the determination of the radial velocity by the spectroscope, the faintness of the nebulae is a serious obstacle.

Owing to this circumstance we know this velocity as yet for no more than 14 nebulae in all.

Still, even this limited number is decisive in showing that the real motions of these objects are not even approximately parallel to the motion of the Helium stars, or even parallel to any fixed direction whatever. Moreover their velocities are extremely different.

Must we conclude that the nebulae are *not* the birthplace of the stars? It may seem so. Let us not conclude too hastily however. There are nebulae and nebulae. It so happens — and there is ample practical reason for it — that, with one exception, observations of radial velocity have been confined to the so called planetary nebulae — very small round or elliptic nebulae, owing their name to a remote likeness with planetary discs. Herschel saw in them a likeness to what, according to Laplace's cosmogony, must have been the primitive aspect of our solar system and he thus imagined that they must be worlds in *statu nascenti*. According to what we found a moment ago such a view seems now untenable. The planetary nebulae cannot be the birthplace of the stars. Their motions are such that we must rather assign to them a place at the end of the series of evolution than at the beginning. We may perhaps see an independent confirmation of this view in the phenomena shown by the temporary stars or *novae*. We must not lose time, however, in discussing this point.

As I just now said, there is one nebula for which the radial velocity has been determined, which is *not* planetary. It is the well known Orion nebula belonging to the class of the irregular nebulae. May not these irregular nebulae give birth to the stars?

It turns out that this object has exactly the radial velocity of the first stream Helium stars, that is, we find exactly the motion that we must expect if this nebula is the birthplace of stars. We will not of course, on this single fact, found far-reaching conclusions. But in my mind, we have a right, to say that here is a fact singularly strengthening what has already been concluded from other facts, such as the very general connection of the Helium stars with surrounding irregular nebula, etc. We see, moreover, that the observation of the radial velocity of other irregular nebulae must ere long furnish a crucial test of the theory.

There is another problem involved in our observations, which might seem to be of no less importance than the one just now considered. How have we to explain the fact that the internal velocity of the stars increases steadily as they grow older?

The astronomer who in his study of the motion of the heavenly bodies has found hardly a trace of any other force than gravitation, will naturally turn to gravitation for such an explanation. It really seems a necessity that under the influence of their mutual gravitation bodies, which have little or no relative motion at the outset, must get such a motion, which, up to a certain limit at least, will increase with time. Thus far there is no great difficulty. But now let us look further back in time, back to the time in which the stars had not yet been formed, in which matter was still in its primordial state. If it be true that mutual attraction of the stars has generated such an enormous amount of internal motion in the time needed by the stars for their evolution from Helium- to second- or third-type stars, how have we to explain the fact that we find that same matter nearly at rest at the first stage of stellar life? That in the pre-Helium ages gravitation has produced hardly any motion? He who believes in a creation of matter at some *finitely* remote epoch may find no difficulty in the question, but to him who does not there is something astonishing to see matter behave as if there were no gravitation. What may be the explanation? Is there really no gravitation in primordial matter? Or is there another force exactly counterbalancing its effects?

I have no solution to offer. I simply wish to point out that here is a great problem, which, in my opinion, deserves the attention of the physicist no less than that of the astronomer.

I now wish to draw your attention to the question alluded to before: Does the observed fact of the preference in the star-motions for *two* definite directions, lead us necessarily to the assumption that our universe has been evolved by the meeting of two independent star-clouds, or is it still possible — and in that case more natural — to explain it without sacrificing the unity of the system? ¹

¹ The following considerations are borrowed from a lecture held at Harlem in 1906 (*Programme de la Soc. Holl. des Sciences pour 1906*, p. LIV).

Suppose a very elongated star-cloud, in which the stars are originally at rest. Let this cloud be left to the mutual attraction of the bodies of which it is composed. Those in opposite parts of the cloud will begin to fall towards each other. Two streams will be set up, opposite in direction, approximately parallel to the axis of the cloud, though in no wise absolutely or exclusively so. In other words we get two preferential directions of motion. There is no real difficulty in the fact that they are exactly opposite, whereas the streams observed in the sky make an angle of about a hundred degrees. For opposite streams, viewed from a self moving body as is our earth, will appear to make an angle and we can readily determine the motion of the earth in such a way as to bring us into harmony with observation. Thus far no objection. But there are further consequences. In an elongated universe as is here assumed, both the mean longitudinal velocity — which in this article was called the stream-velocity — and the deviations therefrom — the internal motion — will gradually increase, beginning with velocity *zero*.

Now for the internal velocities we found such an increase. Do we find the same for the stream-velocity?

By no means.

Recent Mount Wilson observations have enabled us to derive at least a pretty reliable value of the stream velocities for the first-type stars. For the Helium stars we can as yet only assign a limit which the relative velocity of the two streams must exceed. For the older stars we have a reliable value since some time. All these determinations show that, contrary to what takes place with the internal motions, the relative velocity of the two streams must be roughly the same for the older and younger stars, and cannot differ much even in the case of the Helium stars.

It seems to me that this fact is fatal to the present explanation.

Schwarzschild has developed a different theory which also leaves the universe a unit, but this theory too, elegant though it be, cannot, I think, be maintained. Among other things we have, as a main objection, the second of the observed facts treated in what precedes — a fact which was not yet known when Schwarzschild brought his theory forward. In his theory the assumption is involved that the number of

stars in the two streams is equal. This may be not too far from the truth for the second and third type stars, for the first type the number of stars in the second stream cannot be much different from *one-third* of that in the first stream. For the Helium stars it is not *a tenth*. The second stream is so poor here that it has been altogether overlooked till quite recently.

The conclusion to be drawn from all this seems obvious. It would seem that we are driven to the theory, assumed in this article from the first, the theory of the two star-clouds, which, owing to their initial velocity, have come to meet and intermingle. It must be confessed, however, that in this theory too there remain some hard nuts to crack. Until we succeed in this operation it seems unsafe to claim any great certainty for the theory and it seems preferable to put it forward as the hypothesis which, for the time being, best fits the observed facts.

There remains to be considered the question how to explain that the second stream or cloud hardly contains any Helium stars.

There is something in the smaller star-groups which may help us. Everybody knows the group of the Pleiades. There can be no doubt but that the bright and many of the faint stars that we see in this part of the sky, are really near together in space and not merely near together in the same visual line, the one far behind the other. They form a physical system and must have a common origin. At present we know several such groups: among them the already mentioned Hyades and Ursa Major group, and we may perhaps count among them the great Scorpius-Centaur group.

Now in these local groups we find, as a first remarkable fact, that, ignoring a few though significant exceptions, if we arrange the members in the order of their absolute brightness, we at the same time find them approximately arranged in the order of the spectra. As an instance, take the Scorpius-Centaur group. We find the very brightest stars to be of the very earliest Helium type; the somewhat fainter ones are older Helium stars, the much fainter ones are of the first type. If we cannot follow the series further on to the second and perhaps the third type, this seems to be only the consequence of our lack of knowledge of the fainter stars belonging to

the group. In the Pleiades where observation extends somewhat further we can at least follow the series down to the middle of the second type. It follows from this that in all these groups what there is of Helium stars cannot escape our notice, for they are all bright and our knowledge of the bright stars is sufficiently complete.

Notwithstanding this — and this is the second remarkable fact — the fact that bears directly on the question in hand — we find not a single Helium star either in the Hyades or in the Ursa Major group. The stars in these groups show the same change of spectrum with the brightness, but instead of beginning with the earliest Helium stars, the series begins abruptly with the second stage of star-life.

In the Pleiades the series begins somewhat earlier; still here even there is not a single star of the earliest Helium type. There is an abrupt beginning with the medium Helium stars. It is only in the Scorpius-Centaur group that we find the complete series.¹

Our second stream therefore, behaves much as do the local groups of the Hyades and Ursa Major. The explanation must in all likelihood be the same in both cases.

How therefore, does it come to pass that in such groups as those of the Hyades and Ursa Major, the Helium stars are absolutely wanting?

For those adopting the view, as I did in this article, that the series Helium, 1st, 2^d, 3^d type is a series of evolution, there is little doubt but that there has been a time when the stars, now of the 1st type, were Helium stars. Therefore the groups that do not now contain any Helium stars, must have contained them formerly in great numbers. Going back in time still further, these Helium stars must have been generated from some other matter, probably nebulous matter. Therefore in a remote past the groups of the Hyades and Ursa Major must have been full of nebula. As far as I know there is no trace of nebulosity now. So there must have been an epoch in the past that nebulous matter was exhausted, had probably all gone to the formation of stars. Since that epoch, evidently, no more Helium stars could be evolved and as the Helium stars already formed gradually transformed

¹ I think that in the two phenomena here alluded to we may see further evidence of the order of evolution Helium, 1st, 2^d, type.

into first-type stars, we see the necessity of a time in which the group must not contain any more Helium stars. Therefore, finally, our answer to the question: how does it come to pass that in the second stream or cloud we do find hardly any Helium stars, would be: because since some time nebulous matter must have been exhausted in this cloud. As to the first stream or cloud we must similarly conclude: nebulous matter must not yet have been exhausted or if so, only in very recent time.

It has been my aim, to show *not* that much has been done, but that there is a beginning: *not* that we have entered far into the promised land, the land lying open to the human view so temptingly since the first man looked up to the sky — but that a few pathways are being mapped out, along which we may direct a hopeful attack. Our problems take a more definite form and though we were never to solve them completely let us remember the word of the poet. « If God held in his right hand all truth and in his left nothing but the ever ardent desire for truth, even with the condition that I should err forever, and bade me choose, I would bow down to his left, saying, "O Father, give, pure truth can be but for thee alone" ».

Groningen, Universiteit.

J. C. KAPTEYN

DIE LEHRE VON DEN ELEKTROLYTLÖSUNGEN

Auf jedem Gebiete des menschlichen Strebens zur Erkenntnis kommt von Zeit zu Zeit ein Augenblick, in dem zwei oder mehrere, scheinbar von einander unabhängige und in keinem Zusammenhange mit einander stehende Forschungsrichtungen von einem Denker, der sich bei der Vielheit der Einzelercheinungen den freien Blick für die grossen Entwicklungslinien seiner Wissenschaft bewahrt hat, zu einer höheren Einheit zusammengefasst werden. Ein derartiger Augenblick, der für den Fortschritt der Wissenschaft stets von grosser, bisweilen von grundlegender Bedeutung ist, war in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts für die Chemie gekommen.

Durch eine lange Reihe von Untersuchungen war es gelungen, eine befriedigende Vorstellung von der Natur der gasförmigen Systeme zu gewinnen, über die flüssigen Systeme aber, die den gasförmigen Systemen darum nahe stehen, weil sie wie diese amorphe Gebilde sind, vor allen Dingen über die Lösungen, war man noch um das Jahr 1880 nur wenig unterrichtet. Dass in diesem Zustande eine Änderung eintrat, ist Entdeckungen zu verdanken, die auf dem der Chemie und auch der Physik damals ziemlich fernliegenden Gebiete der Botanik, insbesondere der Pflanzenphysiologie, gemacht worden waren.

Die Pflanzenphysiologen waren bei ihren Studien auf eine eigentümliche Eigenschaft der die Zellen umgebenden Membran gestossen: Die Zellmembranen sind für Wasser durchlässig, für viele in Wasser gelöste Stoffe aber undurchlässig;

wird eine Zelle in reines Wasser gelegt, so dringt, wenn die in der wässrigen Flüssigkeit im Inneren der Zelle gelösten Stoffe nicht durch die Membran hindurch in das Aussenwasser gelangen können, Wasser von aussen in die Zelle ein, die Membran bläht sich, da die Zelle jetzt überfüllt ist, mehr und mehr auf und kann sogar platzen. Die Grösse dieses « osmotischen » Druckes, der auf die Membran ausgeübt wird, hängt, wie die ausführlichen Untersuchungen von Pfeffer an künstlichen, mit Rohrzuckerlösung gefüllten Zellen dargetan haben, in der Hauptsache von zwei Faktoren ab, nämlich erstens von der Konzentration des Zuckers im Inneren der Zelle und zweitens von der Temperatur.

Die Pfeffer'schen Untersuchungen blieben der Mehrzahl der Physiker und Chemiker begreiflicherweise unbekannt, und die wenigen Physiker und Chemiker, die mit ihnen bekannt wurden, wussten nichts mit ihnen anzufangen, bis Jacobus Henricus van't Hoff, von dem Botaniker de Vries auf die Pfeffer'schen Arbeiten hingewiesen, auf die Analogie zwischen dem osmotischen und dem Gasdruck aufmerksam wurde. In der Tat zeigte die Rechnung rasch, dass der osmotische Druck demselben Gesetz gehorcht wie der Gasdruck: Der von der Zuckerlösung in der Zelle auf die aussen von Wasser umgebene Membran ausgeübte Druck ist gerade so gross wie der Gasdruck, den der Zucker auf die Membran ausüben würde, wenn die gleiche Anzahl von Zuckermolekülen in Gasform in der sonst leeren Zelle enthalten wäre. Osmotischer Druck in Lösungen und Gasdruck in Gasen sind also parallele Erscheinungen, die sich nach demselben Gesetz mit denselben Konstanten berechnen lassen.

Nachdem van't Hoff so zwei scheinbar von einander ganz unabhängige Erfahrungstatsachen mathematisch formal mit einander verknüpft hatte, legte er sich die Frage vor, ob nicht noch andere, bisher isoliert dastehende Beobachtungen mit der Lehre vom osmotischen und vom Gasdruck in Zusammenhang ständen. Er fand derartige Tatsachen auch wirklich in den wichtigen Untersuchungen von Raoult über die Gefrierpunkte und die Siedepunkte von Lösungen. Dass eine Lösung immer bei höherer Temperatur sieden und bei niedrigerer Temperatur gefrieren muss als das reine Lösungsmittel, ist nach der Entdeckung von van't Hoff leicht einzusehen: Wenn eine wässrige Lösung gefriert oder siedet, so muss, da sich bei beiden

Vorgängen in der Form von Eis oder Dampf reines Wasser abscheidet, zunächst der Raum, der den Molekülen des gelösten Stoffes zur Verfügung steht, verkleinert, also eine Arbeit gegen den osmotischen Druck geleistet werden, und dann erst kann das Gefrieren oder Sieden der von dem gelösten Stoffe befreiten Teile des Lösungsmittels eintreten. Es ist also beim Gefrieren oder Sieden einer Lösung eine um die Arbeit gegen den osmotischen Druck grössere Arbeitsaufwendung zu machen, als für das Gefrieren oder Sieden des reinen Lösungsmittels erforderlich ist. Dieses Plus an Arbeit wird geleistet, indem der Lösung, die zum Sieden gebracht werden soll, mehr Wärme zugeführt wird, als für den Siedeprozess des reinen Lösungsmittels nötig ist, ein Umstand, der sich in einer Erhöhung der Siedepunkttemperatur ausdrückt, während beim Gefrieren die zur Arbeit gegen den osmotischen Druck erforderliche Energie der gefrierenden Lösung selbst entnommen wird, diese sich also unter den Gefrierpunkt des reinen Lösungsmittels abkühlt. Nach dieser Auffassung muss die Siedepunktserhöhung oder Gefrierpunktserniedrigung in Lösungen mit demselben Lösungsmittel von der chemischen Natur des gelösten Stoffes unabhängig sein, denn die Grösse des osmotischen Druckes ist ja von ihr unabhängig, und Lösungen von gleichem osmotischem Drucke, d. h. Lösungen, die in der Einheit des Volumens gleich viele gelöste Moleküle enthalten, sogenannte « isotonische » oder « isosmotische » Lösungen, müssen die gleiche Siedepunktserhöhung und die gleiche Gefrierpunktserniedrigung zeigen. Gerade dies aber waren die Tatsachen, die Raoult rein empirisch festgestellt hatte, van't Hoff hatte also die pflanzenphysiologischen Untersuchungen von Pfeffer und die thermochemischen Untersuchungen von Raoult, deren innerer Zusammenhang nicht bekannt war, der Lehre vom Gasdruck unterzuordnen gewusst und damit die « Theorie der verdünnten Lösungen » geschaffen.

Lückenlos war allerdings die neue Lehre nicht. Gerade die Lösungen nämlich, die den Chemiker am meisten interessieren, die wässerigen Lösungen der Säuren, Basen und Salze zeigten Anomalien, die sich van't Hoff nicht zu erklären vermochte: der von ihnen ausgeübte osmotische Druck und damit auch ihre Gefrierpunktserniedrigung und Siedepunktserhöhung sind wesentlich grösser, als die Theorie verlangt.

Die Deutung dieser Anomalien, die wir Arrhenius ver-

danken, wurde durch Untersuchungen auf elektrochemischem Gebiete ermöglicht.

Die wässerigen Lösungen der gemeinschaftlich als Elektrolyte bezeichneten Säuren, Basen und Salze sind bekanntlich durch ihre Leitfähigkeit für den elektrischen Strom gekennzeichnet. Zum Unterschiede von den metallischen Leitern erleiden aber die Elektrolyte beim Durchgange des Stromes durch die Lösung eine stoffliche Entmischung, indem die Ionen, das sind die positiv oder negativ elektrisch geladenen Spaltungsprodukte der Elektrolytmoleküle, zu den Elektroden, die positiv geladenen Ionen oder Kationen zu der negativen, die negativ geladenen Ionen oder Anionen zu der positiven Elektrode wandern.

Die elektrische Leitfähigkeit der Elektrolytlösungen ist Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, von denen besonders diejenigen von Hittorf und von Kohlrausch hervorzuheben sind. Hittorf hatte die Konzentrationsänderungen studiert, die in Elektrolytlösungen beim Durchgange des elektrischen Stromes auftreten; als er die verschiedenen Teile einer Lösung vor und nach dem Durchgange des Stromes analysierte, fand er, dass die Ionen sich in der Lösung in der Richtung zu den Elektroden hin mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen. Dieses wichtige Ergebnis drückte er durch die Überföhrungszahl aus: Als Überföhrungszahl eines Ions bezeichnete er das Verhältniss der Wanderungsgeschwindigkeit des betreffenden Ions zur Summe der Wanderungsgeschwindigkeiten von Anion und Kation des Elektrolyten, zu dem es gehört.

Etwa zwanzig Jahre später hatte dann Kohlrausch, indem er an Stelle der absoluten (spezifischen) die molekulare Leitfähigkeit einföhrte, die er als Quotienten aus der spezifischen Leitfähigkeit der Lösung und der Zahl der in einem Kubikzentimeter enthaltenen Moleküle des Elektrolyten, also als die leitende Wirkung eines einzelnen Elektrolytmoleküls definierte, die wichtige Tatsache entdeckt, dass ein einzelnes Elektrolytmolekül in einer Lösung den elektrischen Strom um so besser leitet, je weniger Elektrolytmoleküle in der Raumeinheit der Lösung enthalten sind. In äusserst verdünnten Lösungen erreicht die leitende Wirkung der einzelnen Elektrolytmoleküle einen maximalen Grenzwert, und dieser Grenzwert, die « molekulare Leitfähigkeit des Elektrolyten in unendlich verdünnter

Lösung » ist rein additiv gleich der Summe der durch Wanderungsgeschwindigkeit und elektrische Ladung charakterisierten Leitfähigkeiten der einzelnen Ionen des Elektrolyten. In unendlich verdünnter Lösung ist die leitende Wirkung eines Ions eine von der chemischen Natur des anderen Ions vollkommen unabhängige Konstante.

Den uns heute als so nahe liegend erscheinenden Schluss, dass die Ionen des Elektrolyten, da sie unabhängig von einander wirken, in der Lösung überhaupt nicht mehr zusammenhängen, dass das Elektrolytmolekül in seine Bestandteile zerfallen, dissoziiert, sei, wurde von Kohlrausch nicht gezogen, wieder ein interessantes Beispiel für die von Ostwald betonte Erscheinung, dass die grossen Forscher oft, gleichsam erschöpft von ihrer Leistung, den Schlussstein auf den von ihnen errichteten Bau nicht mehr zu setzen vermögen. Und vielleicht noch merkwürdiger erscheint es uns heute, dass ihn auch van't Hoff nicht gezogen hat, van't Hoff, der ja so genau wusste, dass die Elektrolytlösungen einen höheren osmotischen Druck besitzen, d. h. dass die Anzahl der gelösten Einzelteilchen grösser ist, als die Rechnung ergibt.

Der Ruhm, die van't Hoff'sche Theorie der verdünnten Lösungen und die Ergebnisse der Elektrochemie zu einer einheitlichen Theorie, der « Ionentheorie », zusammenzuschweissen zu haben, ist Arrhenius zugefallen. Nach Arrhenius beruht die Leitfähigkeit der Elektrolytlösungen auf dem ständigen Vorhandensein freier Ionen: nur diese leiten, die nicht dissoziierten Elektrolytmoleküle haben an der Leitung der Elektrizität keinen Anteil. In äusserst verdünnten Lösungen sind sämtliche Elektrolytmoleküle in ihre Ionen dissoziiert, und darum ist die molekulare Leitfähigkeit unendlich verdünnter Lösungen gleich der Summe der Leitfähigkeiten der Ionen. In weniger verdünnten Lösungen ist nur ein mehr oder weniger grosser Teil der Elektrolytmoleküle ionisiert, und darum ist der im Durchschnitt auf das einzelne Molekül kommende Anteil an der Gesamtleitung geringer. Der Bruchteil von der Gesamtzahl der Elektrolytmoleküle, der in seine Ionen dissoziiert ist, der Dissoziationsgrad, lässt sich, wie im Anschlusse an die Untersuchungen von Arrhenius Wilhelm Ostwald zeigte, mit Hilfe des von Guldberg und Waage entdeckten Massenwirkungsgesetzes berechnen: der Quotient aus der Molekularkonzentration a der nicht dissoziierten Elektrolytmole-

küle und dem Produkte der Molekularkonzentrationen b , c , d ... der einzeln auftretenden Ionen ist konstant:

$$\frac{a}{b \cdot c \cdot d \dots} = \text{konst.}$$

Ist der Zahlenwert der Konstanten experimentell bestimmt, so lässt sich der Dissoziationsgrad für jede beliebige Konzentration berechnen.

Die experimentelle Ermittlung des Dissoziationsgrades kann offenbar auf Grund zweier Prinzipien geschehen: Entweder misst man direkt oder an der Siedepunktserhöhung oder Gefrierpunktserniedrigung indirekt die Zahl der Einzelteilchen, die in der Lösung enthalten sind, und berechnet aus dieser Zahl mit Hilfe der aus der Analyse oder Synthese der Lösung bekannten absoluten Menge des Elektrolyten den Dissoziationsgrad, oder man bestimmt die molekulare Leitfähigkeit der Lösung einmal bei der Konzentration, die sie gerade hat, und dann, nachdem man sie bis zur Erreichung des maximalen Endwertes der molekularen Leitfähigkeit verdünnt hat. Da die molekulare Leitfähigkeit bei unendlicher Verdünnung ein Mass für die leitende Wirkung eines vollkommen dissoziierten Moleküls des Elektrolyten ist und der geringere Wert der molekularen Leitfähigkeit nicht unendlich verdünnter Lösungen nur darauf beruht, dass nicht alle Moleküle, sondern nur ein Teil von ihnen dissoziiert ist, so ist der Quotient aus der molekularen Leitfähigkeit der Lösung selbst und ihrem Werte bei unendlicher Verdünnung ein direktes Mass für die relative Menge der dissoziierten Moleküle, d. h. für den Dissoziationsgrad.

Die Tatsache der Dissoziation selbst musste zuerst äusserst befremdend erscheinen, sollten doch nach der Ionentheorie gerade die Stoffe, deren Moleküle man als durch besonders starke Verwandtschaftskräfte zusammengehalten angesehen hatte, wie z. B. die Alkalichloride, besonders weitgehend dissoziiert sein. Zu dieser Schwierigkeit kam noch eine zweite Schwierigkeit, die in der Wertigkeitstheorie lag: Wenn ein Kochsalzmolekül NaCl in seine Ionen Na und Cl zerfiel, so schienen freie Wertigkeiten aufzutreten, die nach den zahllosen Erfahrungen der organischen und anorganischen Chemie nicht möglich sind. Daher lehnte denn auch die Mehrzahl der Chemiker die neue Theorie, die dem altgewohnten Ideenkreise

so fern lag, entschieden ab, und nur langsam gewann die Theorie der elektrolytischen Dissoziation an Boden. Heute ist der Kampf entschieden, entschieden besonders dank den unablässigen Bemühungen von Wilhelm Ostwald und seinen Schülern, die wieder und wieder darauf hinwiesen, dass Atome und Ionen ganz verschiedene Dinge seien, dass die scheinbar bei den Ionen auftretenden freien Wertigkeiten durch elektrische Ladungen abgesättigt wären und der wesentliche Unterschied zwischen einem Atom und einem Ion in der elektrischen Ladung bestände, die dieses im Gegensatz zu jenem besässe. Die neue Theorie hat sich als so zweckmässig erwiesen, mit ihrer Hilfe haben sich so viele bisher isoliert dastehende Einzeltatsachen übersichtlich zusammenfassen lassen, dass an ihrer Branchbarkeit nicht mehr zu zweifeln ist. Sie ist heute eine der wichtigsten allgemeinen Grundlagen der Chemie und ihrer Nachbarggebiete geworden. Gerade diese ihre grosse Bedeutung aber macht ein tieferes Eindringen in die Theorie selbst, die Diskussion ihrer Genauigkeit und ihrer Reichweite zu einer wesentlichen Aufgabe, eine Aufgabe die — das sei vorweg gesagt — noch keineswegs als befriedigend erledigt bezeichnet werden kann.

Die sich zunächst aufdrängende Frage, welche Bedingungen ein Stoff erfüllen muss, um in wässriger Lösung in Ionen zu zerfallen, lässt sich mit Sicherheit nicht beantworten; was wir wissen, beschränkt sich auf einige allgemeine Regeln. Die Zahl der Ladungen, die auf einem einzelnen Ion haften, mag dessen stofflicher Kern nun ein Atom oder eine Atomgruppe sein, ist nur gering: die einwertigen Ionen finden wir am häufigsten, zweiwertige Ionen sind in der Regel schon wesentlich weniger beständig, d. h. sie geben ihre elektrische Ladung wesentlich leichter ab, dreiwertige Ionen treten nur unter besonderen Bedingungen auf, und höherwertige Ionen kennen wir mit Sicherheit kaum. Aus diesem Grunde neigen auch die Elemente, bei denen wir nach ihrer Wertigkeit die Entstehung höherwertiger Ionen erwarten könnten, zur Bildung von komplexen Ionen, und zwar sind, das scheint mir wesentlich zu sein, die komplexen Ionen stets dadurch gekennzeichnet, dass bei ihnen der Quotient E/A aus der Zahl E der von dem komplexen Ion getragenen elektrischen Ladungen zu der Zahl A der in dem Komplex enthaltenen Atome immer wesentlich kleiner ist als bei den Einzelionen, aus denen sich das

komplexe Ion gebildet hat. Vielleicht liegen dieser Erfahrung Vorgänge elektrostatischer Abstossung zu Grunde, indem die Atomzahl A ein Mass für die Grösse des Körpers ist, auf dem sich die Ladungen befinden. Die elektrische Kapazität einer grossen Kugel ist ja auch grösser als die einer kleinen Kugel.

Dass die chemische Natur des Lösungsmittels, in dem der Elektrolyt gelöst ist, auf den Betrag der Dissoziation einen erheblichen Einfluss ausüben muss, ist selbstverständlich. Die Ionen sind ja elektrisch entgegengesetzt geladene Komplexe, die einander nach den Grundgesetzen der Elektrostatik anziehen müssen. Die Grösse der Anziehung, d. h. das elektrische Potential zwischen den Ionen, hängt ausser von der Grösse der elektrischen Ladung und ihrer Entfernung von einander in sehr hohem Masse von der chemischen Natur des zwischen den Ionen befindlichen Mediums, dem Dielektrikum, ab. Der Einfluss des Dielektrikums wird bekanntlich durch die Dielektrizitätskonstante gemessen, eine dem Werte des Potentials umgekehrt proportionale Grösse. Je grösser also die Dielektrizitätskonstante eines Mediums ist, um so geringer ist unter sonst gleichen Bedingungen die elektrische Anziehung, d. h. ein um so besseres Dissoziationsmittel muss das Medium sein. In der Tat ergaben denn auch umfassende Untersuchungen eine direkte Parallelität zwischen den Dielektrizitätskonstanten der Flüssigkeiten und ihrer dissoziierenden Kraft; das Wasser, in dem wir das spezifische dissoziierende Lösungsmittel für Elektrolyte zu sehen gewöhnt sind, nimmt in dieser Hinsicht keineswegs eine Ausnahmestellung ein.

Wirklich befriedigen können uns diese Regeln, so interessant sie auch sind, allerdings nicht, denn bisher fehlt jede Möglichkeit, sie mathematisch zu formulieren und sie an der Hand der Formel einer exakten Prüfung zu unterziehen. Die Zahl der Faktoren, die auf das Verhalten der Ionen von Einfluss sind, ist sehr gross, eine Tatsache, die besonders deutlich hervortritt, wenn man sich der Frage nach dem Dissoziationsgrade der Elektrolyte in demselben Lösungsmittel zuwendet.

Wie bereits erwähnt worden ist, stehen uns prinzipiell zwei Methoden zur Ermittlung des Dissoziationsgrades zur Verfügung, die Methode, die auf dem osmotischen Druck beruht, und die Methode der Leitfähigkeitsmessung. Zunächst ist zu betonen, dass die von den beiden Methoden gelieferten

Werte für den Dissoziationsgrad derselben Lösung nicht vollkommen übereinstimmen: in verdünnten Lösungen ist der aus der Leitfähigkeit berechnete Wert des Dissoziationsgrades etwa zwei bis drei Prozent grösser als der aus der Gefrierpunktsdepression — der exaktesten osmotischen Methode — berechnete Wert.

Diese Differenz hat natürlich zu vielen Diskussionen Veranlassung gegeben, ohne dass es jedoch bis jetzt möglich gewesen wäre, eine befriedigende Erklärung für sie zu finden. Welche der beiden Methoden die «richtigen» Werte gibt oder ob vielleicht keine von ihnen genaue Resultate liefert, wissen wir nicht. Nun könnte man ja daran denken, die experimentellen Ergebnisse mit Hilfe des Massenwirkungsgesetzes zu kontrollieren, aber auch das ist nicht möglich, denn das Massenwirkungsgesetz lässt sich auf verdünnte Elektrolytlösungen nicht immer anwenden; die nach ihm errechneten Resultate harmonieren mit den nach den beiden Methoden erhaltenen experimentellen Werten nicht befriedigend.

In welchem Sinne die Ionentheorie zu ergänzen und zu vervollkommen ist, ist eine Frage, über deren Beantwortung wir zurzeit nur mehr oder minder begründete Mutmassungen haben. Da die Differenzen gerade bei den in wässriger Lösung stark dissoziierten Stoffen auftreten, so wird man zu der Vermutung gedrängt, dass die elektrischen Ladungen auf den Ionen an dem Zustandekommen der Anomalien ursächlich beteiligt sind. Dieser elektrostatische Faktor kann in doppelter Richtung wirken: erstens kann er die Beziehungen zwischen den einzelnen, in der Lösung nebeneinander vorhandenen Ionen und zweitens die Beziehungen zwischen den Ionen und den in der Lösung vorhandenen nicht-ionisierten Komplexen beeinflussen. Über beide Möglichkeiten seien hier einige wenige Worte gesagt:

Das Massenwirkungsgesetz nimmt an, dass der Wert der Gleichgewichtskonstanten K in der Dissoziationsgleichung

$$\frac{a}{b \cdot c \dots} = K,$$

in der a die Anzahl der nicht-dissoziierten Elektrolytmoleküle, b , $c \dots$ die der Ionen in der Raumeinheit der Lösung ist, von der Konzentration unabhängig sei. Dies mag zutreffen, wenn zwischen den mit einander reagierenden Stoffen nur chemische

Kräfte wirken, deren Wirkung sich vielleicht nur in unmittelbarer Nähe der Moleküle betätigt, aber es ist recht zweifelhaft, ob es auch für den Fall der zwischen den Ionen spielenden, sich weiter in den Raum erstreckenden elektrostatischen Kräfte gilt. In konzentrierten Lösungen bewegen sich die Ionen, da sie einander viel näher als in verdünnten Lösungen sind, in viel stärkeren elektrostatischen Feldern als in verdünnten Lösungen, die zwischen ihnen wirkende Anziehungs- und Abstossungskraft ist also nicht konstant, wie es das Massenwirkungsgesetz voraussetzt, sondern in konzentrierteren Lösungen grösser als in verdünnteren. Die Elektrolyte müssen also in den konzentrierteren Lösungen schwächer, in den verdünnteren Lösungen stärker dissoziiert sein, als es das Massenwirkungsgesetz verlangt, eine Folgerung, die mit den Beobachtungen im Einklange zu stehen scheint.

Der Einfluss der Ionen auf die elektrisch neutralen Bestandteile der Lösungen wird verständlich, wenn man an die Erfahrungen denkt, die beim Studium des Durchganges der Elektrizität durch Gase gesammelt worden sind. Wir wissen, dass elektrisch geladene Teilchen, z. B. Elektronen oder Gas-ionen, sich mit einer je nach den Versuchsbedingungen mehr oder minder grossen Zahl von neutralen Gasmolekülen umgeben. In ganz ähnlicher Weise dürften auch die Ionen in ihren Lösungen von einem Gefolge von Molekülen des Lösungsmittels begleitet sein. Ob die so entstehenden Komplexe, deren Existenz durch zahlreiche neuere Untersuchungen sehr wahrscheinlich gemacht worden ist, allerdings als echte Hydrate oder allgemeiner als echte « Solvate » anzusehen sind, d. h. ob die Wassermoleküle, die sich um ein einzelnes Ion gesammelt haben, mit diesem ein von den übrigen Wassermolekülen durch eine scharfe Grenze geschiedenes, einheitliches Gebilde darstellen, ist sehr zweifelhaft. Jedenfalls haben die verschiedenen Versuche, den Hydratationsgrad der Ionen zu bestimmen, bisher nicht zu einwandfreien Resultaten geführt.

Ob diese Vorstellungen, wenn ihre scharfe mathematische Formulierung gelungen ist, sich als geeignet zur Wegräumung der Schwierigkeiten erweisen werden, auf die die Ionentheorie heute noch stösst, mag dahin gestellt bleiben. Heute sind die Schwierigkeiten jedenfalls noch vorhanden. Aus dieser Tatsache darf man indessen nicht etwa den Schluss ziehen, dass die Ionentheorie falsch sei, denn dem widersprechen nicht

nur die Erfahrung, dass sie innerhalb gewisser Grenzen tatsächlich ein befriedigendes Bild von den Erscheinungen in Elektrolytlösungen zu geben vermag, sondern auch Überlegungen allgemeinerer Natur.

Im Publikum findet man vielfach die Meinung vertreten, eine wissenschaftliche Theorie sei entweder richtig oder falsch. So einleuchtend diese Meinung im ersten Augenblicke auch erscheinen mag, so sehr widerspricht sie doch dem Wesen der wissenschaftlichen Theorien. Aufgabe einer wissenschaftlichen Theorie ist die Auffindung der Faktoren, von denen die zur Untersuchung stehende Erscheinung abhängt, und die zahlenmässige Ermittlung der Grösse ihres Einflusses. Nun kennen wir vermutlich auch nicht in einem einzigen Falle alle wirkamen Faktoren, geschweige denn die Grösse ihres Einflusses, unsere Theorien dürften also wohl sämtlich unvollkommen sein. Ein Mass für ihre Unvollkommenheit haben wir in der Summe der Einflüsse, die die noch unbekannten Faktoren auf die Erscheinung ausüben. Die absolute Grösse dieser Einflüsse aber ist keine Konstante, sondern hängt in sehr hohem Masse von den Versuchs- oder Vorgangsbedingungen ab. *Eine Theorie ist für uns daher um so vollkommener, je weniger sich der Einfluss der noch unbekannten Faktoren innerhalb der für uns in Betracht kommenden Versuchsbedingungen geltend macht:* Der Gültigkeitsbereich unserer Theorien, d. h. das Gebiet von Bedingungen, innerhalb dessen die Wirkung der unbekannten Faktoren so gering ist, dass wir sie überhaupt nicht bemerken oder doch vernachlässigen dürfen, ist immer beschränkt.

Die Lehre von den Elektrolytlösungen ist, im Sinne dieser Überlegungen betrachtet, noch eine ziemlich unvollkommene Theorie, denn der Einfluss der noch nicht mit Sicherheit bekannten Faktoren auf die Erscheinungen macht sich sehr deutlich auch innerhalb der für uns wesentlichen Gebiete bemerkbar. In welcher Richtung sich aber auch die weitere Vervollkommnung der Dissoziationstheorie vollziehen mag, jedenfalls werden die bisherigen Erkenntnisse einen sehr wesentlichen, vielleicht den wesentlichsten Bestandteil der vervollkommenen Theorie bilden.

Clausthal i. H., Bergakademie.

WERNER MECKLENBURG

DAS INTERESSE AN DER PSYCHOANALYSE

ZWEITER TEIL.

Ihr Interesse für die nicht psychologischen Wissenschaften.

a) *Das sprachwissenschaftliche Interesse.*

Ich überschreite gewiss die gebräuchliche Wortbedeutung, wenn ich das Interesse des *Sprachforschers* für die Psychoanalyse postuliere. Unter Sprache muss hier nicht bloss der Ausdruck von Gedanken in Worten, sondern auch die Gebärdensprache und jede andere Art von Ausdruck seelischer Tätigkeit, wie die Schrift, verstanden werden. Dann aber darf man geltend machen, dass die Deutungen der Psychoanalyse zunächst Übersetzungen aus einer uns fremden Ausdrucksweise in die unserem Denken vertraute sind. Wenn wir einen Traum deuten, so übersetzen wir bloss einen gewissen Gedankeninhalt (die latenten Traumgedanken) aus der « Sprache des Traumes » in die unseres Wachlebens. Man lernt dabei die Eigentümlichkeiten dieser Traumsprache kennen und gewinnt den Eindruck, dass sie einem in hohem Grade archaischen Ausdruckssystem angehört. So z. B. wird die Negation in der Sprache des Traumes niemals besonders bezeichnet. Gegensätze vertreten einander im Trauminhalt und werden durch dasselbe Element dargestellt. Oder, wie man auch sagen kann: In der Traumsprache sind die Begriffe noch ambivalent, vereinigen in sich entgegengesetzte Bedeutungen, wie es nach den Annahmen der Sprachforscher bei den ältesten Wurzeln der historischen Sprachen der Fall gewesen ist.¹ Ein anderer auf-

¹ Vgl. ABEL, *Über den Gegensinn der Urworte*. Referat im « Jahrb. f. psychoanal. u. psychopathol. Forschg. », II. Bd., 1910.

fälliger Charakter unserer Traumsprache ist die überaus häufige Verwendung der Symbole, die in gewissem Masse eine Übersetzung des Traum Inhaltes unabhängig von den individuellen Assoziationen gestatten. Das Wesen dieser Symbole ist von der Forschung noch nicht klar genug erfasst; es sind Ersetzungen und Vergleichen auf Grund von Ähnlichkeiten, die zum Teil klar zu Tage liegen; bei einem anderen Teile dieser Symbole ist aber das zu vermutende Tertium comparationis unserer bewussten Kenntnis abhanden gekommen. Gerade diese Symbole dürften aus den ältesten Phasen der Sprachentwicklung und Begriffsbildung stammen. Im Traume sind es vorwiegend die Sexualorgane und die sexuellen Verrichtungen, welche eine symbolische Darstellung, anstatt einer direkten, erfahren. Ein Sprachforscher, Hans Sperber (Upsala), hat erst kürzlich den Nachweis versucht, dass Worte, die ursprünglich sexuelle Tätigkeiten bedeuteten, auf Grund solcher Vergleichung zu einem ausserordentlich reichen Bedeutungswandel gelangt sind.¹

Wenn wir daran denken, dass die Darstellungsmittel des Traumes hauptsächlich visuelle Bilder, nicht Worte, sind, so wird uns der Vergleich des Traumes mit einem Schriftsystem noch passender erscheinen als der mit einer Sprache. In der Tat ist die Deutung eines Traumes durchaus analog der Entzifferung einer alten Bilderschrift, wie der ägyptischen Hieroglyphen. Es gibt hier wie dort Elemente, die nicht zur Deutung, respektive Lesung, bestimmt sind, sondern nur als Determinativa das Verständnis anderer Elemente sichern sollen. Die Vieldeutigkeit verschiedener Traumelemente findet ihr Gegenstück in diesen alten Schriftsystemen ebenso wie die Auslassung verschiedener Relationen, die hier wie dort aus dem Zusammenhange ergänzt werden müssen. Wenn eine solche Auffassung der Traumdarstellung noch keine weitere Ausführung gefunden hat, so geht dies auf den leicht begreiflichen Umstand zurück, dass dem Psychoanalytiker durchwegs jene Gesichtspunkte und Kenntnisse abgehen, mit denen der Sprachforscher an ein Thema wie das des Traumes herantreten würde.

Die Traumsprache, kann man sagen, ist die Ausdrucksweise der unbewussten Seelentätigkeit. Aber das Unbewusste spricht

¹ •IMAGO•, Zeitschrift für die Anwendung der Psychoanalyse auf die Geisteswissenschaften. Wien, bei H. Heller & C.^{ie}, I. Bd., 1912.

mehr als nur einen Dialekt. Unter den veränderten psychologischen Bedingungen, welche die einzelnen Formen von Neurose charakterisieren und von einander scheiden, ergeben sich auch konstante Abänderungen des Ausdrucks für unbewusste seelische Regungen. Während die Gebärdensprache der Hysterie im Ganzen mit der Bildersprache des Traumes, der Visionen usw. zusammentrifft, ergeben sich besondere idiomatische Ausbildungen für die Gedankensprache der Zwangsneurose und der Paraphrenien (*Dementia præcox* und *Paranoia*), die wir in einer Reihe von Fällen bereits verstehen und auf einander beziehen können. Was z. B. eine Hysterika durch *Erbrechen* darstellt, das wird sich beim Zwangskranken durch peinliche Schutzmassregeln gegen *Infektion* äussern und den Paraphreniker zur Klage oder zum Verdacht, dass er *vergiftet* werde, veranlassen. Was hier so verschiedenen Ausdruck findet, ist der ins Unbewusste verdrängte Wunsch nach *Schwängerung*, respektive die Abwehr der erkrankten Person gegen denselben.

b) *Das philosophische Interesse.*

Insofern die Philosophie auf Psychologie aufgebaut ist, wird sie nicht umhin können, den psychoanalytischen Beiträgen zur Psychologie in ausgiebigster Weise Rechnung zu tragen und auf diese neue Bereicherung unseres Wissens in ähnlicher Art zu reagieren, wie sie es bei allen bedeutenderen Fortschritten der Spezialwissenschaften gezeigt hat. Insbesondere die Aufstellung der unbewussten Seelentätigkeiten muss die Philosophie nötigen, Partei zu nehmen und im Falle der Zustimmung ihre Hypothesen über das Verhältnis des Seelischen zum Leiblichen zu modifizieren, bis sie der neuen Kenntnis entsprechen. Die Philosophie hat sich allerdings wiederholt mit dem Problem des Unbewussten beschäftigt, aber ihre Vertreter haben dabei — mit wenigen Ausnahmen — eine von den zwei Positionen eingenommen, die nun anzuführen sind. Entweder ihr Unbewusstes war etwas Mystisches, nicht Greifbares und nicht Aufzeigbares, dessen Beziehung zum Seelischen im Dunkeln blieb, oder sie haben das Seelische mit dem Bewussten identifiziert und dann aus dieser Definition abgeleitet, dass etwas Unbewusstes nichts Seelisches und kein Gegenstand der Psychologie sein könne. Diese Äusserungen rühren daher,

dass die Philosophen das Unbewusste beurteilt haben, ohne die Phänomene der unbewussten Seelentätigkeit zu kennen, also ohne zu ahnen, inwieweit sie den bewussten Phänomenen nahe kommen, und worin sie sich von ihnen unterscheiden. Will jemand trotz dieser Kenntnissnahme an der Konvention festhalten, welche Bewusstes und Psychisches gleichstellt, und darum dem Unbewussten den psychischen Charakter absprechen, so ist dagegen natürlich nichts einzuwenden, ausser dass eine solche Scheidung sich als höchst unpraktisch herausstellt. Denn das Unbewusste ist von seiten seiner Beziehung zum Bewussten, mit dem es so vieles gemeinsam hat, leicht zu beschreiben und in seinen Entwicklungen zu verfolgen; von der Seite des physischen Prozesses ihm näher zu kommen, erscheint hingegen jetzt noch völlig ausgeschlossen. Es muss also Objekt der Psychologie bleiben.

Noch in anderer Art kann die Philosophie aus der Psychoanalyse Anregung gewinnen, nämlich indem sie selbst zum Objekt derselben wird. Die philosophischen Lehren und Systeme sind das Werk einer geringen Anzahl von Personen von hervorragender individueller Ausprägung; in keiner anderen Wissenschaft fällt auch der Persönlichkeit des wissenschaftlichen Arbeiters eine annähernd so grosse Rolle zu wie gerade bei der Philosophie. Nun setzt uns erst die Psychoanalyse in den Stand, eine Psychographie der Persönlichkeit zu geben (Vgl. unten das soziologische Interesse). Sie lehrt uns die affektiven Einheiten — die von Trieben abhängigen Komplexe — kennen, welche in jedem Individuum voraussetzen sind, und leitet uns in das Studium der Umwandlungen und Endergebnisse, welche aus diesen Triebkräften hervorgehen. Sie deckt die Beziehungen auf, welche zwischen konstitutionellen Anlagen und Lebensschicksalen einer Person und den dank einer besonderen Begabung bei ihr möglichen Leistungen bestehen. Die intime Persönlichkeit des Künstlers, die sich hinter seinem Werk verbirgt, vermag sie aus diesem Werk mit grösserer oder geringerer Treffsicherheit zu erraten. So kann die Psychoanalyse auch die subjektive und individuelle Motivierung von philosophischen Lehren aufzeigen, welche vorgeblich unparteiischer logischer Arbeit entsprungen sind, und der Kritik die schwachen Punkte des Systems anzeigen. Diese Kritik selbst zu besorgen, ist nicht Sache der Psychoanalyse, denn, wie begreiflich, schliesst die psychologische Determinierung einer Lehre ihre wissenschaftliche Korrektheit keineswegs aus.

c) *Das biologische Interesse.*

Die Psychoanalyse hat nicht wie andere junge Wissenschaften das Schicksal gehabt, von erwartungsvoller Teilnahme der am Fortschritt der Erkenntnis Interessierten begrüßt zu werden. Sie wurde lange Zeit nicht angehört, und als endlich Vernachlässigung nicht mehr möglich war, wurde sie aus affektiven Gründen Gegenstand heftigster Anfeindung von seiten solcher, die sich nicht die Mühe gegeben hatten, sie kennen zu lernen. Diese unfreundliche Aufnahme verdankt sie dem einen Umstand, dass sie an ihren Forschungsobjekten frühzeitig die Entdeckung machen musste, die nervösen Erkrankungen seien der Ausdruck von Störung der *Sexualfunktion*, und darum Gründe hatte, sich der Erforschung der allzu lange vernachlässigten Sexualfunktion zu widmen. Wer aber an der Forderung festhält, dass wissenschaftliches Urteil nicht durch affektive Einstellungen beeinflusst werden darf, wird der Psychoanalyse wegen dieser ihrer Forschungsrichtung hohes biologisches Interesse zugestehen und die Widerstände gegen sie gerade als Beweise für ihre Behauptungen verwerten.

Die Psychoanalyse ist der menschlichen Sexualfunktion gerecht geworden, indem sie die von vielen Dichtern und manchen Philosophen betonte, von der Wissenschaft niemals anerkannte Bedeutung derselben für das seelische und praktische Leben bis ins Einzelne verfolgte. Für diese Absicht musste zunächst der ungebührlich eingeengte Begriff der Sexualität eine Erweiterung erfahren, welche sich durch die Berufung auf die Überschreitungen der Sexualität (die sog. Perversionen) und auf das Benehmen des Kindes rechtfertigen liess. Es zeigte sich als unhaltbar, noch länger zu behaupten, dass die Kindheit asexuell sei und erst zur Zeit der Pubertät von dem plötzlichen Einbruch der sexuellen Regungen überfallen werde. Vielmehr konnte die Beobachtung, wenn sie sich nur erst der Blendung durch Interesse und Vorurteil entzogen hatte, mit Leichtigkeit nachweisen, dass sexuelle Interessen und Betätigungen beim menschlichen Kinde fast zu jeder Lebenszeit und von allem Anfang an bestehen. Diese infantile Sexualität wird in ihrer Bedeutsamkeit nicht dadurch beeinträchtigt, dass ihre Grenzen gegen das asexuelle Tun des Kindes nicht an allen Stellen mit voller Sicherheit abzustecken sind. Sie ist

aber etwas anderes als die « normal » genannte Sexualität des Erwachsenen. Ihr Umfang schliesst die Keime zu all jenen sexuellen Betätigungen ein, die später als Perversionen dem normalen Sexualleben schroff gegenübergestellt werden, dann aber auch unbegreiflich und lasterhaft erscheinen müssen. Aus der infantilen Sexualität geht die normale des Erwachsenen hervor durch eine Reihe von Entwicklungsvorgängen, Zusammensetzungen, Abspaltungen und Unterdrückungen, welche fast niemals in idealer Vollkommenheit erfolgen und darum die Dispositionen zur Rückbildung der Funktion in Krankheitszuständen hinterlassen.

Die infantile Sexualität lässt zwei weitere Eigenschaften erkennen, welche für die biologische Auffassung bedeutungsvoll sind. Sie erweist ihre Zusammensetzung aus einer Reihe von Partialtrieben, welche an gewisse Körperregionen — erogene Zonen — geknüpft erscheinen, und von denen einzelne von Anfang an in Gegensatzpaaren — als Trieb mit aktivem und passivem Ziel — auftreten. Wie späterhin in Zuständen des sexuellen Begehrens nicht bloss die Geschlechtsorgane der geliebten Person, sondern deren ganzer Körper zum Sexualobjekt wird, so sind von allem Anfang an nicht bloss die Genitalien, sondern auch verschiedene andere Körperstellen die Ursprungsstätten sexueller Erregung und ergeben bei geeigneter Reizung sexuelle Lust. Damit in engem Zusammenhange steht der zweite Charakter der infantilen Sexualität, ihre anfängliche Anlehnung an die der Selbsterhaltung dienenden Funktionen der Nahrungsaufnahme und der Ausscheidung, wahrscheinlich auch der Muskeleirregung und der Sinnestätigkeit.

Wenn wir die Sexualität mit Hilfe der Psychoanalyse beim gereiften Individuum studieren und das Leben des Kindes im Lichte der so gewonnenen Einsichten betrachten, erscheint uns die Sexualität nicht als eine bloss der Fortpflanzung dienende, der Verdauung, Atmung usw. gleichzustellende Funktion, sondern als etwas weit Selbständigeres, was sich vielmehr allen andern Tätigkeiten des Individuums gegenüberstellt und erst durch eine komplizierte, an Einschränkungen reiche Entwicklung in den Verband der individuellen Ökonomie gezwungen wird. Der theoretisch sehr wohl denkbare Fall, dass die Interessen dieser sexuellen Strebungen nicht mit denen der individuellen Selbsterhaltung zusammenfallen, scheint in der Krankheitsgruppe der Neurosen verwirklicht

zu sein, denn die letzte Formel, welche die Psychoanalyse über das Wesen der Neurosen ergibt, lautet: Der Urkonflikt, aus welchem die Neurosen hervorgehen, ist der zwischen den das Ich erhaltenden und den sexuellen Trieben. Die Neurosen entsprechen einer mehr oder weniger partiellen Überwältigung des Ich durch die Sexualität, nachdem dem Ich der Versuch zur Unterdrückung der Sexualität misslungen ist.

Wir haben es notwendig gefunden, biologische Gesichtspunkte während der psychoanalytischen Arbeit ferne zu halten, und solche auch nicht zu heuristischen Zwecken zu verwenden, damit wir in der unparteiischen Beurteilung der uns vorliegenden psychoanalytischen Tatbestände nicht beirrt werden. Nach vollzogener psychoanalytischer Arbeit müssen wir aber den Anschluss an die Biologie finden und dürfen zufrieden sein, wenn er schon jetzt in dem einen oder anderen wesentlichen Punkte gesichert scheint. Der Gegensatz zwischen Ichtrieben und Sexualtrieb, auf den wir die Entstehung der Neurosen zurückführen mussten, setzt sich als Gegensatz zwischen Trieben, welche der Erhaltung des Individuums, und solchen, die der Fortsetzung der Art dienen, aufs biologische Gebiet fort. In der Biologie tritt uns die umfassendere Vorstellung des unsterblichen Keimplasmas entgegen, an welchem wie sukzessiv entwickelte Organe die einzelnen vergänglichen Individuen hängen; erst aus dieser können wir die Rolle der sexuellen Triebkräfte in der Physiologie und Psychologie des Einzelwesens richtig verstehen.

Trotz aller Bemühung, biologische Termini und Gesichtspunkte nicht zur Herrschaft in der psychoanalytischen Arbeit gelangen zu lassen, können wir es nicht vermeiden, sie schon in der Beschreibung der von uns studierten Phänomene zu gebrauchen. Wir können dem « Trieb » nicht ausweichen als einem Grenzbegriff zwischen psychologischer und biologischer Auffassung, und wir sprechen von « männlichen » und « weiblichen » seelischen Eigenschaften und Strebungen, obwohl die Geschlechtsverschiedenheiten streng genommen keine besondere psychische Charakteristik beanspruchen können. Was wir im Leben männlich oder weiblich heissen, reduziert sich für die psychologische Betrachtung auf die Charaktere der Aktivität und der Passivität, d. h. auf Eigenschaften, welche nicht von den Trieben selbst, sondern von deren Zielen anzugeben sind. In der regelmässigen Gemeinschaft solcher « aktiver »

und « passiver » Triebe im Seelenleben spiegelt sich die Bisexualität der Individuen, welche zu den klinischen Voraussetzungen der Psychoanalyse gehört.

Ich werde befriedigt sein, wenn diese wenigen Bemerkungen darauf aufmerksam gemacht haben, welche ausgiebige Vermittlung zwischen der Biologie und der Psychologie durch die Psychoanalyse hergestellt wird.

d) *Das entwicklungsgeschichtliche Interesse.*

Nicht jede Analyse psychologischer Phänomene wird den Namen einer Psychoanalyse verdienen. Die letztere bedeutet mehr als die Zerlegung zusammengesetzter Erscheinungen in einfachere; sie besteht in einer Zurückführung einer psychischen Bildung auf andere, welche ihr zeitlich vorhergegangen sind, aus denen sie sich entwickelt hat. Das ärztliche psychoanalytische Verfahren konnte kein Leidenssymptom beseitigen, wenn es nicht seiner Entstehung und Entwicklung nachspürte: so ist die Psychoanalyse von allem Anfang an auf die Verfolgung von Entwicklungsvorgängen gewiesen worden. Sie hat zuerst die Genese neurotischer Symptome aufgedeckt; im weiteren Fortschritt musste sie andere psychische Bildungen in Angriff nehmen und die Arbeit einer genetischen Psychologie an ihnen leisten.

Die Psychoanalyse ist genötigt worden, das Seelenleben des Erwachsenen aus dem des Kindes abzuleiten, Ernst zu machen mit dem Satze: das Kind ist der Vater des Mannes. Sie hat die Kontinuität der infantilen Psyche mit der des Erwachsenen verfolgt, aber auch die Umwandlungen und Umordnungen gemerkt, welche auf diesem Wege vor sich gehen. Die meisten von uns haben eine Gedächtnislücke für ihre ersten Kinderjahre, aus welcher sich nur einzelne Brocken Erinnerung herausheben. Man darf behaupten, dass die Psychoanalyse diese Lücke ausgefüllt, diese Kindheitsamnesie der Menschen beseitigt hat (vgl. das pädagogische Interesse).

Während der Vertiefung in das infantile Seelenleben haben sich einige bemerkenswerte Funde ergeben. So liess sich bestätigen, was man oftmals vorher geahnt hatte, von welcher ausserordentlichen Bedeutung für die ganze spätere Richtung eines Menschen die Eindrücke seiner Kindheit, ganz besonders aber seiner ersten Kindheitsjahre, sind. Man ist

dabei auf ein psychologisches Paradoxon gestossen, welches nur für die psychoanalytische Auffassung keines ist, dass gerade diese allerbedeutsamsten Eindrücke im Gedächtnis der späteren Jahre nicht enthalten sind. Die Psychoanalyse hat diese Vorbildlichkeit und Unverlöschbarkeit frühester Erlebnisse gerade für das Sexualleben am deutlichsten feststellen können. « On revient toujours à ses premières amours » ist eine nüchterne Wahrheit. Die vielen Rätsel des Liebeslebens Erwachsener lösen sich erst durch die Hervorhebung der infantilen Momente in der Liebe. Für die Theorie dieser Wirkungen kommt in Betracht, dass die ersten Kindererlebnisse dem Individuum nicht nur als Zufälligkeiten widerfahren, sondern auch den ersten Betätigungen der von ihm konstitutionell mitgebrachten Triebanlagen entsprechen.

Eine andere, weit überraschendere Aufdeckung hat zum Inhalt, dass von den infantilen seelischen Formationen trotz aller späteren Entwicklung beim Erwachsenen nichts untergeht. Alle Wünsche, Triebregungen, Reaktionsweisen, Einstellungen des Kindes sind beim gereiften Menschen nachweisbar noch vorhanden und können unter geeigneten Konstellationen wieder zum Vorschein kommen. Sie sind nicht zerstört, sondern bloss überlagert, wie die psychoanalytische Psychologie in ihrer räumlichen Darstellungsweise sagen muss. Es wird so zum Charakter der seelischen Vergangenheit, dass sie nicht, wie die historische, von ihren Abkömmlingen aufgezehrt wird; sie besteht weiter neben dem, was aus ihr geworden ist, entweder bloss virtuell oder in realer Gleichzeitigkeit. Beweis dieser Behauptung ist es, dass der Traum des normalen Menschen allnächtlich dessen Kindercharakter wiederbelebt und sein ganzes Seelenleben auf eine infantile Stufe zurückführt. Dieselbe Rückkehr zum psychischen Infantilismus (*Regression*) stellt sich bei den Neurosen und Psychosen heraus, deren Eigentümlichkeiten zum grossen Teil als psychische Archaismen zu beschreiben sind. In der Stärke, welche den infantilen Resten im Seelenleben verblieben ist, sehen wir das Mass der Krankheitsdisposition, so dass uns diese zum Ausdruck einer Entwicklungshemmung wird. Das infantil Gebliebene, als unbrauchbar Verdrängte im psychischen Material eines Menschen bildet nun den Kern seines Unbewussten, und wir glauben in den Lebensgeschichten unserer Kranken verfolgen zu können, wie dieses von den verdrängenden Kräften zurück-

gehaltene Unbewusste auf Betätigung lauert und die Gelegenheiten ausnützt, wenn es den späteren und höheren psychischen Bildungen nicht gelingt, der Schwierigkeiten der realen Welt Herr zu werden.

In den allerletzten Jahren hat sich die psychoanalytische Arbeit darauf besonnen, dass der Satz: die Ontogenie sei eine Wiederholung der Phylogenie, auch auf das Seelenleben anwendbar sein müsse,¹ und daraus ist eine neue Erweiterung des psychoanalytischen Interesses hervorgegangen.

e) *Das kulturhistorische Interesse.*

Die Vergleichung der Kindheit des einzelnen Menschen mit der Frühgeschichte der Völker hat sich bereits nach mehreren Richtungen als fruchtbar erwiesen, trotzdem diese Arbeit kaum mehr als begonnen werden konnte. Die psychoanalytische Denkweise benimmt sich dabei wie ein neues Instrument der Forschung. Die Anwendung ihrer Voraussetzungen auf die Völkerpsychologie gestattet ebenso neue Probleme aufzuwerfen wie die bereits bearbeiteten in neuem Lichte zu sehen und zu deren Lösung beizutragen.

Zunächst erscheint es durchaus möglich, die am Traum gewonnene psychoanalytische Auffassung auf Produkte der Völkerphantasie wie Mythos und Märchen zu übertragen.² Die Aufgabe einer Deutung dieser Gebilde liegt seit langem vor; man ahnt einen « geheimen Sinn » derselben, man ist auf Abänderungen und auf Umwandlungen vorbereitet, welche diesen Sinn verdecken. Die Psychoanalyse bringt von ihren Arbeiten an Traum und Neurose die Schulung mit, welche die technischen Wege dieser Entstellungen erraten kann. Sie kann aber auch in einer Reihe von Fällen die verborgenen Motive aufdecken, welche diese Wandlungen des Mythos von seinem ursprünglichen Sinn verursacht haben. Den ersten Anstoss zur Mythenbildung kann sie nicht in einem theoretischen Bedürfnis nach Erklärung der Naturerscheinungen und nach Rechenschaft für unverständlich gewordene Kultvorschriften und Gebräuche erblicken, sondern sucht ihn in den nämlichen psychischen « Komplexen », in denselben affektiven

¹ Abraham, Spielrein, Jung.

² Abraham, Rank, Jung.

Strebungen, welche sie zu Grunde der Träume und der Symptombildungen nachgewiesen hat.

Durch die gleiche Übertragung ihrer Gesichtspunkte, Voraussetzungen und Erkenntnisse wird die Psychoanalyse befähigt, Licht auf die Ursprünge unserer grossen kulturellen Institutionen, der Religion, der Sittlichkeit, des Rechts, der Philosophie zu werfen.¹ Indem sie den primitiven psychologischen Situationen nachspürt, aus denen sich die Antriebe zu solchen Schöpfungen ergeben konnten, kommt sie in die Lage, manchen Erklärungsversuch zurückzuweisen, der auf eine psychologische Vorläufigkeit gegründet war, und ihn durch tiefer reichende Einsichten zu ersetzen.

Die Psychoanalyse stellt eine innige Beziehung her zwischen all diesen psychischen Leistungen der Einzelnen und der Gemeinschaften, indem sie dieselbe dynamische Quelle für beide postuliert. Sie knüpft an die Grundvorstellung an, dass es die Hauptfunktion des seelischen Mechanismus ist, das Geschöpf von den Spannungen zu entlasten, die durch Bedürfnisse in ihm erzeugt werden. Ein Teil dieser Aufgabe wird lösbar durch Befriedigung, welche man von der Aussenwelt erzwingt; zu diesem Zwecke wird die Beherrschung der realen Welt Erfordernis. Einem anderen Teil dieser Bedürfnisse, darunter wesentlich gewissen affektiven Strebungen, versagt die Realität regelmässig die Befriedigung. Daraus geht ein zweites Stück der Aufgabe hervor, den unbefriedigten Strebungen eine andersartige Erledigung zu verschaffen. Alle Kulturgeschichte zeigt nur, welche Wege die Menschen zur Bindung ihrer unbefriedigten Wünsche einschlagen unter den wechselnden und durch technischen Fortschritt veränderten Bedingungen der Gewährung und Versagung von Seiten der Realität.

Die Untersuchung der primitiven Völker zeigt die Menschen zunächst im kindlichen Allmachtsglauben befangen² und lässt eine Menge von seelischen Bildungen als Bemühungen verstehen, die Störungen dieser Allmacht abzuleugnen und so die Realität von ihrer Wirkung aufs Affektleben fern zu

¹ Ansätze hiezu bei JUNG, *Wandlungen und Symbole der Libido*, 1912, und FREUD, *Übereinstimmungen im Seelenleben der Wilden und der Neurotiker*, "Imago", I und II.

² FERENCZI, *Entwicklungsstufen des Wirklichkeitssinnes*, "Intern. Zeitsch. f. ärztl. Psychoanalyse", I, 2, 1913. — FREUD, *Animismus, Magie und Allmacht der Gedanken*, "Imago", II, 1, 1913.

halten, solange man dieselbe nicht besser beherrschen und zur Befriedigung ausnützen kann. Das Prinzip der Unlustvermeidung beherrscht das menschliche Tun so lange, bis es durch das bessere der Anpassung an die Aussenwelt abgelöst wird. Parallel zur fortschreitenden Weltbeherrschung des Menschen geht eine Entwicklung seiner Weltanschauung, welche sich immer mehr von dem ursprünglichen Allmachtsglauben abwendet, und von der animistischen Phase durch die religiöse zur wissenschaftlichen ansteigt. In diesen Zusammenhang fügen sich Mythos, Religion und Sittlichkeit als Versuche, sich für die mangelnde Wunschbefriedigung Entschädigung zu schaffen.

Die Kenntnis der neurotischen Erkrankungen einzelner Menschen hat für das Verständnis der grossen sozialen Institutionen gute Dienste geleistet, denn die Neurosen selbst enthüllten sich als Versuche, die Probleme der Wunschkomensation individuell zu lösen, welche durch die Institutionen sozial gelöst werden sollen. Das Zurücktreten des sozialen Faktors und das Überwiegen des sexuellen macht diese neurotischen Lösungen der psychologischen Aufgabe zu Zerrbildern, unbrauchbar für anderes als für unsere Aufklärung über diese bedeutsamen Probleme.

f) *Das kunstwissenschaftliche Interesse.*

Über einige der Probleme, welche sich an Kunst und Künstler knüpfen, gibt die psychoanalytische Betrachtung befriedigenden Aufschluss; andere entgehen ihr völlig. Sie erkennt auch in der Übung der Kunst eine Tätigkeit, welche die Beschwichtigung unerledigter Wünsche beabsichtigt, und zwar zunächst beim schaffenden Künstler selbst, in weiterer Folge beim Zuhörer oder Zuschauer. Die Triebkräfte der Kunst sind dieselben Konflikte, welche andere Individuen in die Neurose drängen, die Gesellschaft zum Aufbau ihrer Institutionen bewogen haben. Woher dem Künstler die Fähigkeit zum Schaffen kommt, ist keine Frage der Psychologie. Der Künstler sucht zunächst Selbstbefreiung und führt dieselbe durch Mitteilung seines Werkes den anderen zu, die an den gleichen verhaltenen Wünschen leiden.¹ Er stellt zwar seine persönlichsten Wunschphantasien als erfüllt dar, aber

¹ Vgl. O. RANK, *Der Künstler*, Wien 1907.

diese werden zum Kunstwerk erst durch eine Umformung welche das Anstössige dieser Wünsche mildert, den persönlichen Ursprung derselben verhüllt, und durch die Einhaltung von Schönheitsregeln den anderen bestechende Lustprämien bietet. Es fällt der Psychoanalyse nicht schwer, neben dem manifesten Anteil des künstlerischen Genusses einen latenten, wiewohl weit wirksameren, aus den versteckten Quellen der Triebbefreiung nachzuweisen. Der Zusammenhang zwischen den Kindheitseindrücken und Lebensschicksalen des Künstlers und seinen Werken als Reaktionen auf diese Anregungen gehört zu den anziehendsten Objekten der analytischen Betrachtung.¹

Im Übrigen harren noch die meisten Fragen des Kunstschaffens und Kunstgeniessens einer Bearbeitung, welche das Licht analytischer Erkenntnis auf sie fallen lässt und ihnen ihre Stelle in dem komplizierten Aufbau der menschlichen Wunschkompensationen anweist. Als konventionell zugestandene Realität, in welcher Dank der künstlerischen Illusion Symbole und Ersatzbildungen wirkliche Affekte hervorrufen dürfen, bildet die Kunst ein Zwischenreich zwischen der wunschversagenden Realität und der wunscherfüllenden Phantasiewelt, ein Gebiet, auf dem die Allmachtbestrebungen der primitiven Menschheit gleichsam in Kraft verblieben sind.

g) *Das soziologische Interesse.*

Die Psychoanalyse hat zwar die individuelle Psyche zum Objekt genommen, aber bei der Erforschung derselben konnten ihr die affektiven Grundlagen für das Verhältnis des Einzelnen zur Gesellschaft nicht entgehen. Sie hat gefunden, dass die sozialen Gefühle regelmässig einen Beitrag von seiten der Erotik führen, dessen Überbetonung und nachfolgende Verdrängung zur Charakteristik einer bestimmten Gruppe von Seelenstörungen wird. Sie hat den asozialen Charakter der Neurosen überhaupt erkannt, welche ganz allgemein dahin streben, das Individuum aus der Gesellschaft zu drängen und ihm das Klosterasyl früherer Zeiten durch die Krankheitsisolierung zu ersetzen. Das intensive Verschuldungsgefühl, wel-

¹ Siehe O. RANK, *Das Inzestmotiv in Dichtung und Sage*. Wien 1912. — Auch für die Anwendung auf ästhetische Probleme: FREUD, *Der Witz und seine Beziehung zum Unbewussten*, 1905.

ches so viele Neurosen beherrscht, erwies sich ihr als die soziale Modifikation der neurotischen Angst.

Andererseits deckt die Psychoanalyse den Anteil, welchen soziale Verhältnisse und Anforderungen an der Verursachung der Neurose haben, im weitesten Ausmasse auf. Die Kräfte, welche die Triebeinschränkung und Triebverdrängung von seiten des Ich herbeiführen, entspringen wesentlich der Gefügigkeit gegen die sozialen Kulturforderungen. Dieselbe Konstitution und dieselben Kindheitserlebnisse, welche sonst zur Neurose führen müssten, werden diese Wirkung nicht hervorrufen, wenn solche Gefügigkeit nicht vorhanden ist, oder solche Anforderungen von dem sozialen Kreis, für welchen das Individuum lebt, nicht gestellt werden. Die alte Behauptung, dass die fortschreitende Nervosität ein Produkt der Kultur sei, deckt wenigstens die Hälfte des wahren Sachverhalts. Erziehung und Beispiel bringen die Kulturforderung an das jugendliche Individuum heran; wo sich bei diesem die Triebverdrängung unabhängig von den beiden einstellt, liegt die Annahme nahe, dass urvorzeitliche Anforderung endlich zum organisierten erblichen Besitz der Menschen geworden ist. Das Kind, welches spontan Triebverdrängungen produziert, würde auch damit nur ein Stück der Kulturgeschichte wiederholen. Was heute eine innere Abhaltung ist, war einmal nur eine äussere, vielleicht durch die Not der Zeiten gebotene, und so kann auch einmal zur internen Verdrängungsanlage werden, was heute noch als äussere Kulturforderung an jedes heranwachsende Individuum herantritt.

h) Das pädagogische Interesse.

Das gewichtige Interesse der Erziehungslehre an der Psychoanalyse stützt sich auf einen zur Evidenz gebrachten Satz. Ein Erzieher kann nur sein, wer sich in das kindliche Seelenleben einfühlen kann, und wir Erwachsenen verstehen die Kinder nicht, weil wir unsere eigene Kindheit nicht mehr verstehen. Unsere Kindheitsamnesie ist ein Beweis dafür, wie sehr wir ihr entfremdet sind. Die Psychoanalyse hat die Wünsche, Gedankenbildungen, Entwicklungsvorgänge der Kindheit aufgedeckt; alle früheren Bemühungen waren in ärgster Weise unvollständig und irreleitend, weil sie den unschätzbar wichtigen Faktor der Sexualität in ihren körperlichen und seeli-

schen Äusserungen ganz beiseite gelassen hatten. Das ungläubige Erstaunen, mit welchem die gesichertsten Ermittlungen der Psychoanalyse über die Kindheit aufgenommen werden — über den Ödipuskomplex, die Selbstverliebtheit (Narzismus), die perversen Anlagen, die Analerotik, die sexuelle Wissbegierde — misst die Distanz, welche unser Seelenleben, unsere Wertungen, ja unsere Gedankenprozesse von denen auch des normalen Kindes trennt.

Wenn sich die Erzieher mit den Resultaten der Psychoanalyse vertraut gemacht haben, werden sie es leichter finden, sich mit gewissen Phasen der kindlichen Entwicklung zu versöhnen, und werden unter anderem nicht in Gefahr sein, beim Kind auftretende sozial unbrauchbare oder perverse Triebregerungen zu überschätzen. Sie werden sich eher von dem Versuch einer gewaltsamen Unterdrückung dieser Regungen zurückhalten, wenn sie erfahren, dass solche Beeinflussungen oft nicht minder unerwünschte Erfolge liefern, als das von der Erziehung gefürchtete Gewährenlassen kindlicher Schlechtigkeit. Gewalttätige Unterdrückung starker Triebe von ausen bringt bei Kindern niemals das Erlöschen oder die Beherrschung derselben zu Stande, sondern erzielt eine Verdrängung, welche die Neigung zu späterer neurotischer Erkrankung setzt. Die Psychoanalyse hat oft Gelegenheit zu erfahren, welchen Anteil die unzweckmässige einsichtslose Strenge der Erziehung an der Erzeugung von nervöser Krankheit hat, oder mit welchen Verlusten an Leistungsfähigkeit und Genussfähigkeit die geforderte Normalität erkaufte wird. Sie kann aber auch lehren, welche wertvolle Beiträge zur Charakterbildung diese asozialen und perversen Triebe des Kindes ergeben, wenn sie nicht der Verdrängung unterliegen, sondern durch den Prozess der sogenannten *Sublimierung* von ihren ursprünglichen Zielen weg zu wertvolleren gelenkt werden. Unsere besten Tugenden sind als Reaktionsbildungen und Sublimierungen auf dem Boden der bösesten Anlagen erwachsen. Die Erziehung sollte sich vorsorglich hüten, diese kostbaren Kraftquellen zu verschütten und sich darauf beschränken, die Prozesse zu befördern, durch welche diese Energien auf gute Wege geleitet werden. In der Hand einer psychoanalytisch aufgeklärten Erziehung ruht, was wir von einer individuellen Prophylaxe der Neurosen erwarten können.¹

¹ Vgl. die Arbeiten des Züricher Pastors Dr. Oscar Pfister.

Ich konnte mir in diesem Aufsätze nicht die Aufgabe stellen, Umfang und Inhalt der Psychoanalyse, die Voraussetzungen, Probleme und Ergebnisse derselben einem wissenschaftlich interessierten Publikum vorzuführen. Meine Absicht ist erfüllt, wenn deutlich geworden ist, für wie viele Wissensgebiete sie interessant ist, und wie reiche Verknüpfungen sie zwischen denselben herzustellen beginnt.

Wien, Universität.

SIGM. FREUD

LE DOGME DE LA TRINITÉ

PREMIÈRE PARTIE.

Les triades primitives et la formule baptismale.

*..... magnopere curandum est ut id
teneamus, quod ubique, quod semper,
quod ab omnibus creditum est.*

(VINC. DE LÉRINS, *Commonit.*, 2).

En esquissant ici l'histoire du dogme catholique de la Trinité, je me propose de montrer, sur un exemple particulier, comment naissent, se développent, se fixent, s'affaiblissent et meurent les croyances fondamentales d'une religion. Les hommes qui s'attachent à elles ne manquent pas de croire qu'elles procèdent directement de la révélation divine, que, par suite, elles n'ont jamais été foncièrement différentes de ce qu'elles nous paraissent au déclin de leur vie et que, tout au plus, le progrès de la pensée religieuse a, au cours des temps et par un constant effort, explicité leur immuable essence et précisé leur formule. L'historien des religions sait que c'est là une illusion et que la foi vivante ne se contente pas de serrer de plus près, d'âge en âge, l'expression adéquate de ses dogmes, mais, qu'après les avoir engendrés, elle ajoute sans cesse à leur fonds, ou en retranche, et qu'ils ne s'immobilisent tout à fait que lorsqu'elle s'est désintéressée d'eux. Or, de toutes les conclusions de la foi chrétienne, nous n'en saurions trouver qui, de notre point de vue spécial, offre plus d'intérêt que celle où s'unissent, dans la même affirmation, l'unité absolue de Dieu et la pluralité des personnes divines ; parce qu'il n'en est pas qui soit plus impensable, selon la raison

commune, et qui prouve mieux la singulière puissance de la logique profonde suivant laquelle se développent, contre tous les obstacles, dans un milieu donné, les postulats fondamentaux d'une religion ; parce qu'il n'en est pas qui ait fait naître de plus rudes querelles, ni donné plus de mal aux théologiens ; parce que, cependant, il n'en est pas, non plus, dont l'évolution essentielle ait été plus rapide et reste, dans ses grandes lignes, plus facile à saisir.¹



Le dogme de la Trinité n'est point une acquisition primitive de la foi chrétienne et un illustre théologien du XIV^e siècle, Pierre d'Ailly, soutenait, avec raison, que ni l'Ancien ni le Nouveau Testament n'enferment de la doctrine trinitaire une attestation évidente. Encore ignorait-il que le texte le plus probant et qui constitue toujours, dans les traités de théologie catholiques, la principale justification scripturaire du dogme, je veux dire le fameux verset des Trois témoins célestes, dans la première épître de Jean, est manifestement apocryphe.² Lors

¹ Les textes les plus importants se trouvent dans H. DENZINGER, *Enchiridion symbolorum et definitionum*¹⁰, Fribourg. en B., 1908 ; HAHN, *Bibliothek der Symbole und Glaubensregeln*², Breslau, 1897 ; H. RINN, *Dogmengeschichtliches Lesebuch*, Tübingen, 1910 (en traduction allemande). A consulter 1^o) les histoires générales des dogmes et spécialement : G. FISHER, *History of christian doctrine*, Edimbourg, 1902 ; A. HARNACK, *Lehrbuch der Dogmengeschichte*⁴, Tübingen, 1909-10, 3 vol. ; F. LOOPS, *Leitfaden zum Studium der Dogmengeschichte*⁴, Halle, 1906 ; TIXERONT, *Hist. des dogmes dans l'antiquité chrétienne*, Paris, 1905-1912, 3 vol. ; TURMEL, *Hist. de la théologie positive*, Paris, s. d., t. I ; 2^o) diverses études particulières, notamment : A. RÉVILLE, *Hist. du dogme de la divinité de Jésus-Christ*³, Paris, 1904 ; A. DUPIN, *Le dogme de la Trinité dans les trois premiers siècles*, Paris, 1907 ; G. KRÜGER, *Das Dogma von der Dreieinigkeit in seiner geschichtlichen Entwicklung*, Tübingen, 1905 ; USENER, *Dreiheit*, Bonn, 1903, et, en faveur des thèses catholiques : J. LEBRETON, S. J., *Les origines du dogme de la Trinité*, Paris, 1910. - Sur l'évolution des dogmes en général : CH. GUIGNEBERT, *L'évolution des dogmes*, Paris, 1910.

² 1 Jn., 5, 7-1 : *Quoniam tres sunt qui testimonium dant in caelo : Pater, Verbum et Spiritus sanctus : et hi tres unum sunt*. C'est ce qu'on nomme le *Comma Johanneum* ; il est inconnu aux Grecs avant le milieu du moyen-âge et la plus ancienne citation qu'on en connaisse dans la littérature latine se trouve chez Priscillien (fin du IV^e siècle) ; S. Augustin l'ignore certainement ; il a, selon toute apparence, vu le jour en Espagne au temps de Priscillien et peut-être dans sa secte. Une décision romaine, du 13 janvier 1897, affirme son authenticité, mais tous les critiques catholiques éclairés l'abandonnent aujourd'hui. Cf. LEBRETON, *Op. cit.*, p. 524-531, qui expose la question avec clarté et donne une abondante bibliographie.

donc que les docteurs ont prétendu trouver dans l'Écriture des appuis très fermes pour les affirmations trinitaires, ils les ont tout simplement imposées à des mots qui, d'abord, ne les contenaient point. Toutefois le dogme de la Trinité n'est pas qu'une simple combinaison théologique; il sort, tout au contraire, des profondeurs de la conscience chrétienne, qui s'est elle-même attachée aux deux nécessités contradictoires de n'adorer qu'un seul Dieu et de compter trois personnes divines, sans prendre le moindre souci des effroyables difficultés où elle jetait la théologie. Et si elle-même en est venue au point de tenir si fermement à deux propositions si peu faites pour s'accorder, c'est, au fond, que les postulats de la foi apostolique les impliquaient l'une et l'autre et que la vie chrétienne les en a tout naturellement dégagées. A vrai dire, ce qui surprend le plus dans la constitution du dogme trinitaire, ce n'est pas que la foi irréfléchie se soit trouvée, par sa propre faute, réduite à l'accepter, c'est que la théologie ait consenti à le formuler et à le justifier; l'explication de cette étrangeté est à chercher non seulement dans la puissance impérative de la foi, mais encore dans les habitudes d'esprit qu'une certaine métaphysique avait faites aux hommes qui ont façonné l'expression théologique du dogme.

I. Les triades primitives.

Suivant une formule très heureuse des *Actes*, 28, 31, la prédication des Apôtres, tout de suite après la mort de Jésus, consistait à « *annoncer le royaume de Dieu et à enseigner ce qui a trait au Seigneur Jésus Christ* ». ¹ Sa tendance était évidemment de parler plutôt du Seigneur que du Royaume et d'insister sur la dignité messianique du Crucifié; mais elle ne spéculait en aucune manière sur la nature de l'Être divin, non plus que sur celle du rapport métaphysique à établir entre le Christ et le Dieu. En bons Juifs qu'ils étaient, les Apôtres ne connaissaient d'autre Dieu que Jahvé et ne voyaient encore en Jésus qu'un homme élevé au dessus de l'humanité, en vertu d'un acte exprès de la volonté divine; mais, par le seul fait qu'ils haussaient le Seigneur au dessus du commun des

¹ κηρύσσειν τὴν βασιλείαν τοῦ θεοῦ καὶ διδάσκειν τὰ περὶ τοῦ κυρίου Ἰησοῦ χριστοῦ.

hommes, ils commençaient à le rapprocher de Dieu. D'autre part, les Judéens avaient, en ce temps là, pris l'habitude de faire, dans leurs préoccupations et leurs conversations religieuses, une large place à l'*Esprit de Dieu* (πνεῦμα), ou à divers attributs de Dieu, comme la *Sagesse*, qu'ils arrivaient à se représenter non plus seulement comme des Vertus, des Forces émanées de Jahvé, mais comme des espèces de personnes, étroitement dépendantes de lui, et, toutefois, en quelque manière, distinctes de lui et beaucoup plus aisément accessibles que son Infinité. Et les Juifs établis en terre grecque, ceux que la philosophie hellénique avait séduits et dont Philon d'Alexandrie nous offre le type achevé, parlaient beaucoup du Logos, émané de Dieu, ouvrier de toutes ses œuvres et dont, également, il leur eût été bien difficile de décider s'il était une seconde personne divine, un Dieu en second, comme dit quelque part Philon, ou tout simplement un aspect, une modalité de Jahvé. Si donc, au temps de Jésus, le principe de l'unicité de Dieu demeurait intangible en Israël, la nécessité d'expliquer l'activité divine dans le monde sans commettre Jahvé lui-même avec la matière, et le désir d'éviter jusqu'à l'apparence d'une limitation de son Être, amenaient peu à peu les Juifs à considérer en lui des *hypostases*, des manifestations humainement perceptibles de son activité, qui, à peine de s'évanouir dans l'incompréhensible divin dès qu'on les voudrait préciser, et de n'interposer qu'un mot entre le monde matériel et Dieu, devaient se réaliser, tôt ou tard, en véritables personnes. Si nous considérons que les premiers chrétiens, par le seul fait qu'ils se trouvaient, d'instinct, portés à élever progressivement le Seigneur Jésus au dessus de l'humanité, le rapprochaient d'autant de Dieu, nous comprendrons qu'il fût vraiment fatal qu'une confusion s'établît, un jour ou l'autre, entre Lui, venu sur terre pour accomplir le grand œuvre messianique et une de ces hypostases, qui, en quelque sorte, abaissaient Jahvé vers les hommes. Il fallut même se demander presque tout de suite ce qu'était le Seigneur, non par rapport à Dieu, parce que la formule Père-Fils, qu'il avait lui-même suggérée et encore qu'elle fût grosse de difficultés sans fin, permettait un peu de patience, mais par rapport à l'Esprit, à la Sagesse, au Logos. Et, dès lors, se fit le premier pas vers le dogme de la Trinité.

•

••

Toutefois, avant que de soupçonner la Trinité, le christianisme a connu la Triade ¹ et, à vrai dire, il en a possédé les éléments au lendemain même de la mort de Jésus. Il ne s'agit pas encore de trois personnes divines et encore moins de trois personnes *unies*, mais, proprement, de trois désignations, que l'usage tend rapidement à associer, à présenter toujours ensemble, et qui se rapportent à des actions touchant le salut que l'on peut croire concomitantes; trois désignations qui se trouvent rapprochées *dans le fait* et non pas seulement dans les habitudes de langage: le Royaume de *Dieu* a été annoncé et préparé par le *Seigneur* et ceux-là y entreront sûrement qu'y conduit la grâce de l'*Esprit*. Le dogme de la Trinité est, au vrai, sorti du travail accompli par la foi sur ces trois termes: *Dieu*, le *Seigneur* et l'*Esprit*.

Laissons de côté, pour le moment, *Dieu*, auquel la spéculation chrétienne ne s'est point d'abord attaquée et sur lequel il pouvait sembler qu'il n'y eût rien à dire. Quant au *Seigneur*, la foi apostolique fixait sa qualité: c'était le Messie annoncé à Israël par ses prophètes; le principal effort des plus anciens prédicateurs chrétiens tendit, en effet, à prouver qu'en Jésus s'étaient réalisées toutes les prédictions messianiques. Mais le *Seigneur*, non pas, sans doute, pour suggérer l'idée qu'un lien de filiation véritable l'unissait à Dieu, mais pour caractériser, du point de vue de son sentiment religieux intime, la relation qu'il établissait entre lui-même ou, plus exactement, entre tous les hommes et le Père Céleste, s'était peut-être familièrement désigné comme *le Fils*. Ce terme fit fortune pour plusieurs raisons. D'abord le mot *Messie* n'avait de sens que pour les Juifs; il n'éveillait dans l'esprit d'un Grec aucune espérance, ni même aucune idée; ² or, très vite, le christianisme ne se recruta plus que parmi les Grecs, j'entends les païens hellénisants. A ces hommes là, tout au contraire, la notion de filiation divine était très familière et il ne semblait pas *a priori*

¹ Le mot (*τριάς*) paraît pour la première fois chez Théophile d'Antioche (*Ad Autol.*, 2, 15), vers 180, mais il peut parfaitement avoir cours chez les chrétiens depuis longtemps.

² Le mot *Christos* est la traduction grecque de l'hébreu *Messiah*, mais son sens premier se perd très vite et il devient une sorte de nom propre, dont Jésus est le prénom; on dit *Jésus Christ* comme on dit *Jules César*.

invraisemblable que le fils de Dieu fût, en quelque manière, un homme. Le mot *Fils* présentait, en outre, cet avantage, de permettre d'éléver Jésus jusqu'à Dieu, sans le confondre avec lui et en le laissant, par rapport à lui, pour la sauvegarde de la prééminence de l'Être suprême, dans la situation un peu inférieure du fils vis-à-vis du père. Enfin n'était-il pas recommandé par l'usage que le Seigneur lui-même en avait fait ? C'est pourquoi, à côté de la dénomination première, et d'ailleurs persistante, de *Seigneur*, les communautés chrétiennes ne tardèrent pas à appliquer couramment à Jésus celle de *Fils de Dieu*; on se gardait bien encore d'agiter le redoutable problème de sa génération divine; la foi en sa conception virginale, encore qu'elle n'expliquât que sa naissance humaine et laissât intacte la question de sa naissance en Dieu, sembla d'abord une majoration suffisante sur ce qu'avaient cru les deux premières générations chrétiennes, pour masquer momentanément la véritable difficulté.¹

Les Juifs avaient coutume de rapporter à l'inspiration divine ou, comme ils disaient, à l'Esprit de Dieu, les actions extraordinaires qu'accomplissaient les hommes, les paroles surprenantes qu'ils prononçaient, particulièrement les paroles prophétiques. Cette notion, qui se rencontre à chaque instant dans l'Ancien Testament, n'était pas non plus étrangère aux Gréco-romains du commun: le *πνεῦμα* des dieux, leur *esprit*, passait, chez eux aussi, pour l'âme du prophétisme. Il suffit de rappeler le souvenir de la Pythie de Delphes, par qui parlait Apollon et les vers célèbres où Virgile nous peint Enée consultant la Sibylle de Cumes :

*Ventum erat ad limen, cum virgo poscere fata,
Tempus ait: « Deus, ecce Deus! » Cui talia fanti
Ante fores subito non vultus, non color unus,
Non comptas mansere comae, sed pectus anhelum,
Et rabie fera corda tument, maiorque videri,
Nec mortale sonans, adflata est numine quando
Jam propiore dei.*

(*Aen.*, VI, 45 et ss.)

La Bible nous offre une scène analogue (*1 Sam.*, 19, 23 et ss.): c'est celle où Saül, après avoir vainement cherché à

¹ La foi en la conception virginale semble s'être formulée aux environs de 80; auparavant les chrétiens croyaient que Jésus, fils de Joseph selon la chair, avait été adopté par Dieu, soit au moment de sa résurrection, soit — opinion quelque peu postérieure — au moment de son baptême.

s'emparer de David et de Samuel, tombe à son tour au pouvoir de l'Esprit de Jahvé; il ne se possède plus; il crie; il prophétise et, irrésistiblement poussé devant Samuel, il tombe en démente, au point de retirer ses vêtements et de rester nu par terre tout le jour et toute la nuit; durant le temps qu'a duré la possession, il ne s'est plus appartenu et l'Esprit de Dieu a remplacé sa conscience et sa volonté.

Or cet Esprit manifesta une activité extraordinaire dans les premières communautés chrétiennes, au point que rien ne se faisait dans leur sein que par ses dons, ou *charismes*: extases, effusions baignées de larmes, élans prophétiques, crises de glossolie, ample et vivant commentaire de *Joel*, 2, 28: « *Et il arrivera après cela que j'enverrai mon Esprit sur toute chair et vos fils prophétiseront et aussi vos filles, et vos vieillards auront des songes et vos jeunes gens verront des visions* ».

La notion de l'Esprit se trouva donc solidement implantée dans la foi des chrétiens, sans que, du reste, elle s'appuyât sur une doctrine très ferme touchant l'origine même de cet Esprit. On acceptait communément qu'il vînt de Dieu, mais on concevait aussi qu'il pût venir du Seigneur, ainsi que la grâce qu'il apportait.¹ Assurément il faudra du temps pour que s'affirme la conviction que l'Esprit est une personne divine à l'égal du Père ou du Fils; mais peu importent les problèmes que la réflexion et la logique, c'est-à-dire la théologie, découvriront sous les affirmations de la première conscience chrétienne; elle ne les pose ni ne les soupçonne et s'abandonne, en toute simplicité, à des conclusions qui semblent sortir des faits eux-mêmes: il y a *un* Dieu, Père de tous les hommes; il y a *un* Seigneur, qu'on appelle son Fils; il y a *un* Esprit, principe d'action divine et d'inspiration, qu'il vienne directement du Père ou procède aussi, à l'occasion, du Fils. Et c'est là une Triade.

En voici une autre: Nous savons que les Juifs alexandrins, sous l'influence de la philosophie grecque, attribuaient au Logos, proféré par Dieu, toutes les œuvres de l'activité divine; assurément ce Logos n'était pas sans rapport avec l'Esprit, avec le *Pneuma*, et il pouvait sembler *a priori* vraisemblable qu'une fusion s'opérerait entre eux; tout au contraire, ce fut l'identification du Fils au Logos qui se produisit. Nous

¹ *Gal.*, 4, 6: « Dieu a envoyé dans vos cœurs l'Esprit de son fils (τὸ πνεῦμα τοῦ υἱοῦ αὐτοῦ) qui crie *Abba*, c'est-à-dire Père ».

la trouvons dans le prologue du IV^e Évangile. Déconcertante et même scandaleuse pour la commun des Juifs, qui n'arrivait pas à concevoir que l'activité de Jahvé s'enfermât dans les limites du corps d'un homme, elle était pourtant selon la logique de l'évolution christologique, laquelle voulait que le Christ ne commençât pas d'être seulement du moment de la conception de Jésus en Marie. La théologie de S. Paul semble déjà supposer la préexistence du Christ et sa participation à la création : « *Il est l'image de Dieu invisible, le premier-né de la création, car en lui ont été créés toutes choses dans les cieux et sur la terre; toutes choses ont été créés par lui et en lui (pour lui). Et il est avant toutes choses et tout subsiste en lui. Car il a plu à Dieu que toute plénitude (πλήρωμα) fût en lui* » (Coloss., 1, 15 et ss.). Et cette définition conviendrait parfaitement au Logos. Le dogme paulinien de la rédemption, qui met l'accent sur le sacrifice que Dieu a voulu accomplir par son Fils et qui fait du salut la plus grande des œuvres divines, favorise également l'opinion que Jésus est né de l'incarnation du Logos, en sorte que l'affirmation johannique : « *Et le Logos s'est fait chair et il a habité parmi nous, plein de grâce et de vérité* » (Jn., 1, 14), encore qu'inacceptable pour de purs Juifs, n'était pas si révolutionnaire qu'on pourrait le croire et, d'ailleurs, elle ne répugnait pas aux chrétiens venus de la gentilité.

Dieu, le Père, et le Logos, le Fils, tel sont les deux premiers termes de la seconde triade; le troisième, c'est aussi le Pneuma. Il se maintint à côté des autres parce que les manifestations que la coutume rapportait à l'Esprit n'étaient pas moins frappantes chez les chrétiens hellénistes que chez les autres et ne leur imposaient pas moins la notion d'une force (δύναμις) divine, pratiquement distincte de Dieu et du Logos. D'ailleurs, ici également, on hésite sur l'origine du Pneuma, qu'on attribue tantôt au Père, tantôt au Logos et probablement aux deux à la fois. Ainsi, quand nous lisons en Jn., 1, 29 et ss. que le Baptiste a vu le Pneuma, sous la forme d'une colombe, descendre du ciel et se poser sur Jésus, lequel, en conséquence, baptise *dans l'Esprit Saint* et non plus seulement dans l'eau, il s'agit bien de l'Esprit de Dieu; mais si nous allons à Jn., 20, 22, où nous trouvons : « *Quand il (Jésus) leur eut ainsi parlé, il souffla et leur dit : Recevez le Saint Esprit* », nous ne pouvons guère douter qu'il s'agisse de l'Esprit du Seigneur. Quoiqu'il en soit, tenons nous en présentement à la constata-

tion essentielle: en face de la triade: Dieu, le Seigneur, l'Esprit, il y a la triade: Dieu, le Logos, l'Esprit.

Au premier abord il semble que le passage soit facile de l'une à l'autre, par l'intermédiaire du second terme, puisque le Seigneur, c'est le Fils et que le Logos incarné, c'est aussi le Fils (*Jn.*, 1, 34: *Et j'ai rendu témoignage que celui-ci est le Fils de Dieu*); mais, en réalité, elles étaient plus différentes qu'on ne serait porté à le penser: leurs centres, j'entends leurs termes moyens, n'avaient point les mêmes caractères. Dans la première, le Fils, en tant qu'il tendait à devenir personne divine, procédait d'une proposition d'origine païenne: ce n'est pas un Juif pur qui aurait accepté que le Seigneur pût être Dieu (*ὁ θεός*)! Au contraire un Gréco-romain ne voyait point de difficulté à ce qu'il fût dieu (*θεός*) parce qu'il prenait très volontiers ce mot dans un sens relatif, qui, tout en parant le Christ de la dignité divine, ne le confondait pas avec le Très-Haut. A la condition de ne point trop presser les termes, l'équivoque pouvait se maintenir assez longtemps et satisfaire le commun des fidèles: c'est pourquoi cette première triade a fait fortune en Occident, où les gens n'ont jamais été, du moins dans l'antiquité, de grands raffinés de théologie.

L'autre triade, qui s'implanta en Orient, se présentait d'autre sorte. Sans doute elle prenait son départ, elle aussi, dans l'idée de la divinisation du Christ, qui, ici comme là-bas, procédait du paganisme, mais la réalisation de cette suggestion de la foi n'était plus cherchée dans l'adoption par Dieu d'un être qui, aussi exceptionnel qu'on le supposât dans sa naissance et sa nature, n'en demeurerait pas moins, en dernière analyse, une créature de Dieu, dont, par conséquent, la subordination ne faisait pas même question; ici le principe de la divinisation de Jésus se trouvait dans son identification au Logos. Et, du coup, le Christ se haussait jusqu'à la divinité, non plus relative, mais complète, sinon totale, et sa subordination ne tenait plus qu'à ce que, pour ainsi dire, il n'exprimait qu'un des aspects de Dieu, une de ses fonctions, puisque le Logos c'est l'activité de Dieu! En outre, il existait déjà une théologie du Logos, que Philon, par exemple, avait formulée et qui ne pouvait guère manquer de s'appliquer à son Incarnation. Et c'était là tout autre chose que la simple apothéose de Jésus.

Or nos deux triades ne se sont point combinées tout de

suite; elles ont vécu côté à côté, mais dans des milieux différents, au II^e et au III^e siècles: elles se sont fortifiées et précisées et ce n'est qu'au IV^e siècle, après des débats dont ceux-mêmes qui les agitaient n'ont pas vu l'origine et toute la portée, que l'orthodoxie a choisi entre elles. Et pourtant elles se ressemblaient d'abord, au moins par un côté: elles ne posaient point le problème dont la solution fut donnée par le dogme de la Trinité; elles ne spéculaient pas sur l'essence, sur la substance (*οὐσία*) de la divinité; elles ne disaient pas: *et les trois sont Un*; elles se contentaient d'énumérer *les trois* et de tendre à leur prêter une réalité personnelle, qui ira s'affirmant avec une fermeté de plus en plus inébranlable.

Si les trois termes se maintenaient dans l'une ou l'autre triade, le problème trinitaire ne pouvait pas ne pas se poser; c'est évident; mais on se demande pourquoi ils se sont maintenus. On conçoit que, l'élan premier une fois donné, et le Seigneur identifié au Fils, la triade Père, Fils, Esprit soit rentrée dans l'unité divine par identification de l'Esprit au Fils et du Fils au Père. L'opération était, semble-t-il, encore plus aisée dans la formule Père, Logos, Esprit, en raison des affinités évidentes entre l'Esprit et le Logos et du rapport établi dès longtemps entre le Logos et Dieu; n'était-il pas naturel que s'établît la réduction: Esprit=Logos et Logos=Dieu? Cette bienheureuse simplification, qui aurait évité tant de difficultés de tout ordre, ne s'est point faite: essayons de nous expliquer pourquoi.¹

On a soupçonné, ici encore, une influence païenne:² le paganisme possédait la notion de triade; après avoir contribué à l'imposer au christianisme, il l'aurait empêché de s'en débarrasser. Il est certain qu'à portée du berceau du christianisme cette conception de trois dieux, marchant de pair et ensemble, se rencontrait en plusieurs endroits. Par exemple, à la tête du panthéon babylonien, se trouvait la triade Anou-Bel-Ea, dieux du ciel-de la terre-du monde souterrain, comme semblait s'élever, au dessus de la multitude des divinités d'É-

¹ *Jn.*, 1, 1: *ἐν ἀρχῇ ἦν ὁ λόγος, καὶ ὁ λόγος ἦν πρὸς τὸν θεόν, καὶ θεὸς ἦν ὁ λόγος*: Au commencement était le logos et le logos était près de Dieu et le logos était Dieu. Il convient de remarquer la nuance: *ὁ θεός* c'est Dieu, c'est l'Unique, l'Absolu divin et *θεός*, sans l'article, ce n'est pas Dieu tout entier.

² Cf. C. CLEMEN, *Religionsgeschichtliche Erklärung des Neuen Testaments*. Giessen, 1909, p. 158 et ss., et KRÜGER, *Op. cit.*, p. 50 et ss.

gypte, la triade Osiris - Isis - Horus; on pouvait pousser jusqu'à l'Inde. L'idée de triade venait, dans ces diverses religions, à la fois du caractère sacré et comme magique attribué au chiffre 3 et de la comparaison, naturelle, entre les dieux et les hommes: l'être humain n'étant complet que dans le groupe père-mère-enfant, l'Etre divin ne s'exprime-t-il pas, lui aussi, plus intégralement dans le couple et le fils que dans une personne unique? D'ailleurs, posé le principe, innombrables en étaient les combinaisons et l'on peut dire qu'aucune triade païenne n'offrait une fixité capable de l'imposer à la religion nouvelle. Ainsi comptait-on dans la religion égyptienne quantité de triades locales et les plus connues n'étaient pas invariables: il arrive, par exemple, que dans la grande triade, dont je rappelais tout à l'heure les termes, Sérapis prenne la place d'Horus. De même, dans la religion babylonienne, à côté d'Anou, Bel et Ea, paraissent, au premier plan, Gibil et Mardouk, qui révèlent la sagesse d'Ea, comme, de bonne heure, l'action de Bel et d'Anou sur le monde s'exerce par Sin, fils d'Anou et par Istar, reine des cieux et souveraine de la terre; aussi bien diverses combinaisons triadaires ont-elles été construites avec ces diverses divinités. En songeant au christianisme, on s'est, de nos jours, particulièrement intéressé au groupement Ea - Anou - Gibil, sur cette remarque que Gibil est un dieu du feu et un dieu intercesseur, comme en *Actes*, 2, l'Esprit paraît sous forme de langues de feu et en *Jn.*, 14, 16 et en *1 Jn.*, 2, 1, il est le *paraclet* (*Vulgate: advocatum*), c'est-à-dire l'intercesseur, l'avocat. Mais, ainsi que l'observe justement Krueger, dans la foi d'Israël, les phénomènes lumineux sont caractéristiques de toute manifestation divine et, pas plus dans l'un que dans l'autre des passages johanniques invoqués, il ne s'agit de l'Esprit, du *Pneuma*, qui se manifeste au jour de la Pentecôte.¹ D'ailleurs l'influence de la triade égyptienne n'aurait pu s'exercer efficacement qu'auprès des chrétiens dont la langue se prêtait à l'introduction dans la triade d'un terme féminin, équivalent d'Isis, de la mère. C'était, à vrai dire, le cas pour les judéo-chrétiens de langue araméenne, parce que, pour eux, le mot Esprit (*rouach*) était du féminin; d'où la curieuse formule de

¹ *1 Jn.*, 2, 1, par le *paraclet* entend le Christ lui-même et non l'Esprit; *Jn.*, 14, 16 désigne par le même mot l'autre avocat, qui tiendra la place du Christ, *paracletus, id est advocatus ad exorandum iudicem* (Tertullien, *de ieiunio*, 13); ce n'est pas le troisième terme de la triade, l'Esprit.

l'Évangile selon les Hébreux, conservée par Origène et S. Jérôme : ἡ μήτηρ μου τὸ ἅγιον πνεῦμα = *mater mea spiritus sanctus* = *le Saint Esprit, ma mère*.¹ En grec le mot Esprit (πνεῦμα) est du neutre ; la combinaison n'était donc pas possible chez les chrétiens parlant cette langue.

En fait, on n'a pas, jusqu'ici, prouvé l'influence directe des triades païennes sur la formation des triades chrétiennes et, pour ma part, je n'y crois guère. Les triades paraissent dans le christianisme primitif dès le temps où, sans doute, les formules du dehors ne l'atteignaient pas encore. En revanche, il ne semble guère douteux que la notion de triade, largement répandue dans le paganisme oriental, ait favorisé l'acceptation d'une triade chrétienne et que les tendances syncrétistes, qui se manifestent autour de chaque triade païenne, aient eu leur importance dans la formation du dogme de la Trinité. On a remarqué² que les Egyptiens, bien préparés par leurs triades, ne firent point difficulté d'accepter la Trinité chrétienne, mais que jamais l'Esprit ne fut chez eux populaire, parce que leur ancienne religion ne comportait pas son équivalent. Il est permis de généraliser cette observation et de dire que si la triade chrétienne n'est point vraiment sortie des triades païennes, elle a été préparée par elles dans l'esprit des Orientaux et, à leur suite, de tous les Gréco-romains qui inclinaient à la dévotion aux religions orientales.

Ce n'est pas davantage l'exemple et l'influence des triades païennes qui a empêché les chrétiennes de se résorber dans l'Unité divine ; l'explication principale de ce fait est, je pense, à chercher dans la pratique du baptême chrétien ; sa liturgie a, de bonne heure, fixé une formule où les trois termes de la triade se trouvaient posés ; la répétition de cette formule, et son extension à d'autres usages dans la vie chrétienne, ont fait plus que de maintenir invinciblement la distinction de ces termes, elles les ont constamment offerts à la majoration de la foi et à la méditation des doctes ; elles les ont, indirectement, mais d'un progrès inévitable, poussés jusqu'à leur transformation en personnes divines irréductibles. Cependant le principe fondamental, emprunté par le christianisme au judaïsme, celui de l'Unité de Dieu, demeurerait toujours inébranlable et tous les

¹ Orig., *In Jerem.*, 15, 4 ; Hieron., *Ad Jes.*, 40, 12.

² AMELINEAU, ap. *Revue de l'hist. des relig.*, t. XIV, p. 321.

symboles de foi l'affirment dès l'abord.¹ Dans un écrit du milieu du II^e siècle et très probablement d'origine romaine, on en trouve une formule excellente : « *Avant tout, crois qu'il n'y a qu'un Dieu* ». ² Et c'est là le fondement essentiel de la foi chrétienne, si bien qu'Origène (*Comment. in Joan.*, 32, 9), au moment d'exposer ses idées sur la Trinité, commence par reproduire la phrase du *Pasteur*. Or, en présence de deux affirmations contradictoires et également inflexibles, auxquelles la foi s'attachait aveuglement : il y a un seul Dieu et il existe trois personnes divines, la théologie n'avait plus qu'à se réfugier dans une conciliation métaphysique : c'est le dogme de la Trinité.

II. La formule baptismale.

Comment donc s'est formée la formule trinitaire du baptême et comment la liturgie l'a-t-elle rendue inébranlable ?

Le dernier chapitre du premier Évangile (*Mt.*, 28, 19) contient la prescription suivante adressée par Jésus ressuscité aux Apôtres : « *Allez donc enseigner toutes les nations, les baptisant au nom du Père et du Fils et du Saint Esprit* ». Telle est, en effet, la formule que l'usage a consacrée, mais il n'est pas soutenable en critique qu'elle remonte à Jésus. D'abord il y a lieu de douter que les plus anciens manuscrits de *Mt.* l'aient contenue, car les citations évangéliques d'Eusèbe, antérieures au concile de Nicée (325), ne la comportent pas ; et, en supposant que cette remarque de Conybeare ne note qu'un hasard, il reste que Paul ignore la formule en cause et qu'elle n'est pas régulièrement et, je dirai, *de droit* employée par les chrétiens de la génération apostolique, ce qui serait inconcevable si elle avait été fixée par le Christ. Au reste ni Paul, ni les Synoptiques, ni les Actes ne nous parlent — mis à part notre *Mt.*, 28, 19 — d'une institution du baptême par Jésus. « Le rite baptismal, écrit Loisy, apparaît à l'historien comme une coutume née dans la communauté apostolique, d'après certains antécédents, tels que le baptême des prosélytes juifs et celui de Jean Baptiste, que Jésus lui-même avait reçu ». ³ Il est évi-

¹ Cf. HAHN, *Bibliothek*, p. 1 et ss. : *Regula fidei der ältesten Kirche*, etc., p. 22 et ss. : *Die Taufsymbole der alten Kirche*.

² HERMAS, *Pastor*, Mand. 1 : *πρῶτον πάντων πιστεύσον ὅτι εἷς ἐστὶν ὁ θεός*.

³ A. LOISY, *Les Évangiles Synoptiques*, t. II, p. 753.

dent que Jésus ne baptisait pas et il semble bien douteux, malgré l'affirmation du IV^e Évangile, que ses disciples aient baptisé autour de lui, de son vivant.¹ Donc, ni la formule ni le rite ne lui appartiennent. Et d'ailleurs, à l'entendre correctement, la formule n'a qu'une apparence trinitaire. Il convient de sous-entendre « au nom » devant « du Fils » et devant « du Saint Esprit ». Il n'y a pas qu'un nom invoqué, comme s'il couvrait à la fois les trois termes énoncés, ainsi que le mot *Dieu* enferme les trois personnes de la Trinité; il ne s'agit même pas d'un baptême *par la puissance*, ou collective, ou, en quelque sorte, individuelle du Père, du Fils et de l'Esprit, mais seulement de l'établissement d'un rapport, par le moyen d'un rite et d'une formule, entre le baptisé et le Père, le Fils et l'Esprit, en tant que chacun des trois contribue à l'œuvre du Salut.

Il n'en est pas moins certain que le baptême a été pratiqué par les disciples de Jésus, probablement dès le lendemain de sa mort et considéré par eux comme le *sceau* de la foi et le *signe* chrétien par excellence; il est également certain que la formule qui le conférait « *au nom du Père, du Fils et du Saint Esprit* » est un point d'aboutissement et non pas un point de départ.

Les critiques diffèrent d'avis sur son âge, mais ils conviennent qu'elle n'a pas été la plus anciennement employée. Peut-être tout d'abord les Apôtres se sont-ils contentés de l'immersion symbolique, administrée après la profession de foi du néophyte, sans l'accompagner d'aucune formule; mais je pense qu'ils n'ont guère tardé à marquer d'un mot le rapport que, dans leur esprit, le baptême établissait entre le Seigneur et celui qui venait de l'avouer pour son Maître; or une formule, comme *au nom du Seigneur, au nom du Christ*, marquait bien ce rapport. Au reste, n'oublions pas que, s'il s'agit bien avant tout d'établir un rapport de dépendance entre le baptisé et celui *au nom* de qui le baptême lui est conféré, les premiers disciples de Jésus partagent aussi la conviction juive, suivant laquelle on brise la puissance des mauvais démons et on guérit les maladies en prononçant sur les possédés et les malades le nom tout puissant de Dieu et que, par une pente naturelle, ils doivent promptement en venir à prêter un tel

¹ *Jn.*, 3, 22 dit que Jésus baptisait; il se reprend aussitôt (4, 2) pour dire que le baptême n'était pas donné par lui, mais par ses disciples.

pouvoir au nom du Seigneur Jésus. Dès le temps où furent rédigés nos Synoptiques, les fidèles croient qu'il est possible d'accomplir quantité de merveilles *au nom du Seigneur*. « *En mon nom*, lui fait dire Mc., 16, 17, ils (les convertis) *chasseront les démons; ils parleront des langues nouvelles; ils écarteront les serpents; s'ils boivent quelque poison, il ne leur fera pas de mal; ils imposeront les mains aux malades, qui seront guéris* ». Dans ce passage et dans plusieurs autres analogues,¹ l'expression *au nom*, *par le nom* (εἰς τὸ ὄνομα, ἐν τῷ ὀνόματι) est à prendre dans le sens de *par la puissance du nom*, et cette puissance est proprement magique; la preuve, c'est qu'il n'est pas nécessaire de se convertir au Christ pour user d'elle.² Je crois donc probable que deux convictions se sont combinées pour rendre promptement habituelle l'administration du baptême *au nom du Seigneur*: 1.^o On a cru que le baptême, considéré comme le rite nécessaire d'introduction parmi « les saints », établissait un rapport salutaire entre le néophyte qui le recevait et Celui qui, en ouvrant les voies du Salut, avait garanti l'efficacité du sceau d'élection. 2.^o On a cru que le baptême portait en soi une puissance (*dynamis*), qui, non seulement détruisait le péché, mais encore armait celui qui la recevait de privilèges particuliers, spécialement au regard des démons;³ et, de toute évidence, cette puissance ne pouvait être qu'une émanation de celle du Seigneur. Aussi bien les *Actes* et les *Épîtres* pauliniennes nous permettent de croire que la première formule baptismale a vraiment été: *Je te baptise au nom du Seigneur*, ou *au nom de Jésus Christ*, ou *au nom du Seigneur Jésus*.⁴ L'introduction dans cette formule des deux autres termes de la triade, le Père et l'Esprit, s'explique aisément et, même, pour peu qu'on y réfléchisse, on ne comprend pas comment elle aurait pu ne pas se produire.

¹ Cf., de même, Lc., 10, 17 et ss.; Mc., 9, 38; Mt., 7, 22; *Actes*, 16, 18, nous montre Paul, parlant à un démon qui s'est emparé d'une servante et il lui dit: *Je t'ordonne au nom de Jésus Christ de sortir de cette femme*; dans EUSEBE, *Hist. Ecc.*, 1, 13, 17, nous voyons Thaddée guérir Abgar en lui imposant les mains *au nom* de Jésus.

² Cf. Mc., 9, 38 et ss.; *Actes*, 19, 13 et ss.

³ HERMAS, *Past.*, Mand., XII, 4: *Ne craignez pas le diable, car il n'a pas puissance (δύναμις) contre vous*.

⁴ *Actes*, 8, 16; 9, 38; 10, 48; 19, 5; *I Cor.*, 1, 13 où l'expression ἡ εἰς τὸ ὄνομα Παύλου βαπτίσθητε, laisse deviner l'emploi de εἰς τὸ ὄνομα Ἰησοῦ. *Rom.* 6, 3: ἡ ἀγνοεῖτε ὅτι ὅσοι ἐβαπτίσθησαν εἰς χριστὸν Ἰησοῦν a toutes chances de représenter une méditation paulinienne sur la formule usuelle.

Le baptême se présentait aux yeux des premiers chrétiens comme un *sceau*, qui les marquait pour le Royaume et une *illumination* qui en éclairait, pour eux, la voie salutaire. Or, ce Royaume, ce n'était pas, dans le principe, celui du Seigneur Jésus, mais bien celui de Dieu, celui du Père.¹ Puisque le baptême en ouvrait la porte, ne semblait-il pas naturel qu'il établît aussi un rapport immédiat entre le baptisé et le Maître suprême ? Et tout particulièrement quand on prend l'habitude de désigner le Christ par le nom de Fils et Dieu par celui de Père, il devient difficile de les séparer ; l'un appelle l'autre. Quelques formules pauliniennes nous les montrent côté à côté et indépendamment de l'Esprit ; il n'est pas probable qu'elles aient jamais été baptismales, mais le rapprochement qu'elles expriment n'en est pas moins intéressant pour nous.²

Quant à l'Esprit, il suffisait de suivre les habitudes juives pour lui attribuer l'*illumination* et les phénomènes d'extase et d'enthousiasme que provoquait souvent le baptême dans les communautés primitives. Et il n'était nullement, pour cela, nécessaire de décider d'abord s'il s'agissait de l'Esprit de Dieu ou de l'Esprit du Seigneur. On ne pouvait douter que l'Esprit ne fût un des agents principaux de l'œuvre du salut, ni, par conséquent, qu'il fût indispensable qu'un rapport direct s'établît entre le néophyte et lui. C'est pourquoi il semble dans l'ordre que le nom du Saint Esprit (*ὄνομα τοῦ ἁγίου πνεύματος*) prenne place, dans la formule baptismale, à côté de celui du Seigneur et de celui de Dieu le Père ; et cela d'autant plus qu'une pratique juive, l'imposition des mains, passait pour favoriser la descente de l'Esprit et qu'il paraît probable qu'elle se juxtaposa dès le début à l'immersion baptismale.³

C'est ainsi que les trois termes : Dieu le Père, le Seigneur, son Fils, et l'Esprit, que la formule baptismale n'a pas engendrés, mais dont on s'est, durant quelque temps, servi isolément, ou qu'on rapprochait en laissant à chacun d'eux son rôle particulier,⁴ ont fini par se grouper autour du rite primordial de

¹ *Lc.*, 17, 20 ; 19, 11 ; *Mt.* 12, 28 ; *Mc.*, 11, 10, etc.

² *Rom.*, 16, 27 ; *Ephes.*, 6, 23, etc.

³ Cf. *Actes*, 8, 14 et ss., où nous voyons Pierre et Jean envoyés par les Apôtres en Samarie vers les convertis déjà baptisés *au nom du Seigneur Jésus* : *Alors ils leur imposaient les mains et ils recevaient le Saint Esprit*. D'ordinaire les deux opérations ne sont point séparées.

⁴ Par exemple dans la salutation finale de *II Cor.*, 13, 13 : *La grâce du Seigneur Jésus Christ et l'amour de Dieu* (*τοῦ θεοῦ*) *et la communication* (*ἡ κοινωνία*) *du Saint Esprit avec vous tous*.

l'initiation chrétienne et par se mettre, chacun pour son compte, en étroite relation avec lui.

A quel moment le fait se produisit-il ? Il est difficile de le dire. Il paraît certain que Paul ne connaît pas encore de formule baptismale trinitaire ; en examinant chez lui les termes de la future triade, nous pouvons nous rendre compte qu'il ne la conçoit pas encore et qu'il considère isolément Dieu, le Seigneur et l'Esprit. Il lui arrive assurément de les rapprocher dans la même phrase, mais il rapproche en même temps les fonctions particulières qu'il attribue à chacun d'eux ; d'autres fois il les sépare ; et, de cette diversité de traitement, il faut conclure que si leurs œuvres sont parties intégrantes de la grande œuvre du salut, ils ne forment pas encore, dans la pensée de l'Apôtre, un groupe véritable. C'est pourquoi ni les formules de Paul,¹ ni, plus généralement, celles, du même genre, qui se rencontrent dans le Nouveau Testament² ne sauraient légitimement compter comme trinitaires ; aucune ne suppose, même de loin, le dogme de la Trinité. Cependant nul doute qu'une formule baptismale ternaire ait été couramment en usage assez longtemps, peut-être vingt ou vingt-cinq ans, avant la fin du I^{er} siècle. Elle est toute pratique d'abord, mais la répétition du rite l'enfonce peu à peu dans l'habitude chrétienne et marque chaque jour un progrès insoupçonné vers l'union des trois termes en un groupe indissociable, jusqu'au moment où un des termes appelle nécessairement les deux autres et où, du baptême, la formule ternaire s'implante dans toutes les liturgies.

Dès la fin du I^{er} siècle et le début du II^e l'existence de ce groupe ternaire nous est formellement attestée et aussi son usage hors de la liturgie baptismale ; ses trois termes ne sont pas encore inséparables ; il arrive qu'on n'en produise que deux, ou qu'on les commente encore, comme faisait Paul, mais

¹ Passages où Paul réunit les trois termes : *I Cor.*, 12, 4 et ss. ; *II Cor.*, 13, 13 ; *Ephes.*, 4, 4 et ss. ; *II Thess.*, 2, 13 ; la variété des expressions employées prouve qu'il ne s'agit pas des vraies formules. — Passages où les trois termes sont séparés : *Rom.*, 1, 3 ; *I Cor.*, 1, 3 ; *II Cor.*, 1, 2 ; *Gal.*, 1, 3 ; *Ephes.*, 1, 2 ; *Phil.*, 1, 2 ; *Col.*, 1, 2 ; *Col.*, 1, 12 ; *I Thess.*, 1, 2, etc. Ces divers textes semblent supposer l'emploi usuel d'une formule de salutation qui rapproche Dieu le Père et le Seigneur : *Sur vous (soient) la grâce et la paix de la part (ἀπὸ) de Dieu, notre Père et du Seigneur Jésus Christ.* Le mot *Fils* ne paraît pas dans ces formules ; on le trouve en *I Jn.*, 1, 3 et *II Jn.*, 3.

² *I Petri*, 1, 2 ; *Jude*, 20-21.

déjà aussi on les cite avec une simplicité qui approche de celle de la formule baptismale : « *Aussi vrai que Dieu vit et que vit le Seigneur Jésus Christ et le Saint Esprit....* », écrit Clément Romain : Soyez unis à l'évêque et entre vous « *comme les apôtres au Christ et au Père et à l'Esprit* », conseille Ignace aux Magnésiens.¹ Il y a lieu de croire que, vers le milieu du II^e siècle, le triomphe de la formule baptismale dans toute la vie liturgique chrétienne est un fait accompli. Justin (*1 Apol.*, 65, 3), par exemple, nous dit que, dans l'assemblée eucharistique, on apporte à celui qui préside le pain et le coupe de vin et d'eau ; il les prend et « *loue et glorifie le Père de toutes choses, par le nom du Fils et de l'Esprit saint* ».

Ainsi aucune théorie n'avait présidé à la constitution du groupe ternaire primitif ; les termes s'en étaient empiriquement réunis, pour des raisons très simples, dans la formule baptismale ; de même aucune théorie ne les avait imposés *ensemble* à l'usage chrétien, mais, en fait, cet usage les avait peu à peu acceptés dans le rapport constant établi d'abord dans la formule baptismale, laquelle — est il besoin d'y insister ? — ne supposait dans ce rapport aucune métaphysique compliquée. L'association des trois termes premiers, *Père, Fils, Esprit*, n'entraînait aucune difficulté tant que la foi et la théologie naissante ne raffinaient pas sur la notion de Fils ; cette opération, d'ailleurs inévitable, marqua le début des embarras où la dogmatique chrétienne se débattit si longtemps et la constitution des deux triades que nous avons définies plus haut, quand elle se fit, dans la première moitié du II^e siècle, inaugura les complications. Mais, dès lors, fermement établie et hors de toute contestation, s'imposait, par dessus toutes les controverses et comme un thème offert à toutes les majorations, la formule baptismale *au nom du Père, du Fils et du Saint Esprit*. On ne pouvait plus dissocier les termes qu'elle rapprochait ; elle s'opposait aussi à ce qu'on les confondît ; elle poussait à les considérer comme des personnes et elles les unissait intimement, dans une collaboration mystérieuse, que la métaphysique pouvait indéfiniment scruter.

¹ *I Clem. Rom.*, 58, 2 ; IGNACE, *Magn.*, 13, 2. Cf. *Martyrium Polycarpi*, 14, 3 ; *I Clem. Rom.*, 46, 6. Exemple de commentaire : IGNACE, *Eph.*, 9, 1. Exemples de dissociation des termes : *I Jn.*, 1, 3 ; *II Jn.*, 3 ; *I Tim.*, 5, 21 (où les anges élus remplacent l'Esprit) ; *I Clem. Rom.*, 59, 4 ; *Didaché*, 9, 2, etc.

Il nous faut maintenant nous tourner vers chacune des deux triades, l'orientale et l'occidentale, examiner le travail que la foi des simples et la méditation des sages accomplit en chacune d'elles, comprendre comment en sortent les formules proprement trinitaires et comment se produisent, entre les conceptions contraires, les premiers chocs qui annoncent les conflits du iv^e siècle.

Paris, Sorbonne.

CH. GUIGNEBERT

NOTA CRITICA - NOTE CRITIQUE
KRITISCHE NOTIZ - CRITICAL NOTE

LES LACUNES DE L'ETHNOGRAPHIE ACTUELLE

De toutes les sciences, ce sont les sciences de l'Homme qui sont nées les dernières, et ce sont elles qui ont eu le plus de peine à s'assurer une place au soleil. La faute n'en est pas aux philosophes, car aussi loin qu'on remonte, on les voit réclamer contre le discrédit, pour ne pas dire le mépris, qui atteint ceux qui tâchent de comprendre les mœurs, les coutumes, les pensées et les actes de leurs semblables. Le *gnôthi seauton* n'est que la formule qui concentra et symbolisa les efforts des philosophes antérieurs, et qui indiqua aux hommes de tous pays un idéal supérieur, quoique prochain. Cependant, il serait resté lettre morte pour tout le monde, sauf pour quelques dizaines d'esprits plus larges, si l'extension de l'enseignement public au cours du dix-neuvième siècle n'était venu lui donner la portée d'un cri de ralliement.

Parallèlement au développement des divers systèmes d'instruction publique, s'est produit celui de deux sciences de l'Homme connexes: la psychologie, qui est théorique, et la pédagogie, qui est appliquée; ces temps derniers, la nécessité d'une méthode plus précise et plus sûre a conduit à la formation de la psychologie expérimentale et de la pédologie.

En un certain sens, les sciences dites historiques peuvent aussi se réclamer du titre de sciences de l'Homme; mais ce serait alors supprimer la nuance introduite tout exprès dans la terminologie scientifique du dix-neuvième siècle à l'aide de cette expression nouvelle, où l'on sous-entend l'adjectif « vivant ». L'objet de nos sciences de l'Homme proprement dites, ce n'est pas l'homme d'autrefois, mais très précisément l'homme actuel. C'est lui qui constitue notre champ d'observation directe et même, dans certaines occasions, expérimentale. Elles comprennent donc, avec la nuance indiquée, la psychologie et la pédagogie, et surtout l'anthropologie, qui étudie l'Homme physique, et l'ethnographie, qui étudie l'Homme social.

Mais qu'on n'oublie pas que l'anthropologie moderne ne se contente pas de mesurer des crânes et des ossements; ce n'est là pour elle qu'un pis-aller; elle examine l'homme à tous les points de vue, elle tend ainsi à se rattacher par certains liens à des sciences « médicales », comme l'anatomie et l'histologie, et à la psychologie expérimentale. Enfin, ce n'est qu'au cours de ces temps derniers, et par suite d'une extension encore rare, que la sociologie a fait appel à la biologie et à l'ethnographie, laquelle est son aînée de plus de deux mille ans.

Le procès de l'ethnographie a donc duré bien des siècles: elle a fini par le gagner, grâce aux chemins de fer et aux transatlantiques, grâce aussi à la colonisation du monde entier par les Européens centraux et aux idées de fraternité des peuples et d'humanité élaborées au dix-huitième siècle par les philosophes. Mais en même temps, elle est tombée dans le domaine public; et il y a peu de voyageurs de commerce, peu de fils de famille riches et peu de rentiers dépensant de droite et de gauche leur argent durement ou facilement gagné, qui ne considèrent que par le fait qu'ils sont hommes, ils possèdent les méthodes et les connaissances suffisantes pour étudier et comprendre tous les autres hommes. Il est juste de dire que bien des globe-trotters et explorateurs ont fait des efforts loyaux pour acquérir au préalable des idées claires en ethnographie générale, mais que la plupart d'entre eux ont été rebutés par l'état de fluctuation perpétuelle de notre science.

Ce qu'il a fallu, en quinze ans à peine, défaire et reconstruire de notions et de théories ethnographiques, est presque incroyable; d'où pour les spécialistes, et pour le grand public davantage encore, une certaine sensation d'insécurité, qu'augmente l'accumulation rapide des découvertes locales dont les détails ne viennent pas se classer comme d'eux-mêmes dans des cadres définitivement fixés. Il s'ensuit que beaucoup de bons esprits se détournent de l'ethnographie à cause des difficultés d'accès qu'elle oppose dès le début et que le recrutement des ethnographes est très difficile.

La nécessité des études et des recherches ethnographiques est évidente en ce moment de notre expansion mondiale. On est maintenant d'accord sur ce point. Mais où l'accord cesse, c'est quand on discute les conditions qui font que l'ethnographie n'est pas cultivée autant qu'il le faudrait. Ce sont ces circonstances que je voudrais passer en revue brièvement et que je nommerai les *lacunes de l'ethnographie*, le mot *défaut*, qui serait mieux à sa place, prêtant à équivoque.

Pourquoi, en premier lieu, éprouve-t-on tant de difficultés à recruter des jeunes gens? On avait pensé d'abord que la cause fondamentale était la difficulté de notre science, qui englobe à la fois tous les peuples et qui exige la connaissance préalable, pour rester

au courant des découvertes descriptives et théoriques, des principales langues européennes, auxquelles s'ajoutent quelques langues exotiques plus ou moins difficiles, selon les peuples qu'on voudra étudier par soi-même. Mais l'histoire synthétique, la biologie synthétique, la psychologie synthétique, même la physique et la chimie exigent elles aussi des efforts intellectuels considérables et se compliquent elles aussi de la recherche directe de laboratoire ou d'exploration; l'apprentissage des langues est nécessaire à des milliers de jeunes gens qui se destinent au commerce ou aux situations coloniales. Quelle que soit la peine que les jeunes gens éprouvent à apprendre beaucoup en peu d'années, ils s'y soumettent volontiers sous condition d'arriver à un résultat pratique, à une situation.

Il n'y a donc pas lieu de chercher si loin: si l'on trouve peu d'étudiants en ethnographie, c'est qu'il n'y a que peu de professeurs d'ethnographie dans le monde entier. Si ces quelques professeurs ont peu d'élèves, c'est que les matières qu'ils professent sont encore en dehors des programmes officiels, ne comptent pas pour les licences et doctorats, et ne munissent pas d'un diplôme qui donne ensuite droit à une situation précise et stable. Ce n'est pas moi qui reprocherai à des jeunes gens, souvent sans fortune personnelle, de refuser le saut dans l'inconnu de la vie. Pour accepter de vivre pour une science, en s'arrangeant matériellement à peu près, n'importe comment, du mieux qu'on peut, il faut être taillé d'une certaine manière, qui est rare. La première lacune de l'ethnographie est donc l'insuffisance de son enseignement et des sanctions universitaires et pratiques consécutives. Il suffirait, en somme, pour y remédier, d'établir une entente entre tous ceux, ethnographes ou non, qui s'intéressent à la question et d'inaugurer une propagande raisonnée qui peu à peu introduirait notre science dans les cadres établis et lui conférerait exactement le rang qu'y tiennent les autres sciences, notamment celles qui s'occupent des animaux, des plantes et des pierres. Est-ce donc trop demander?

La deuxième lacune a une répercussion plus générale: nous n'avons encore ni manuels, ni dictionnaires, ni collections de textes d'un maniement commode et d'un prix abordable; bref, nous n'avons pas l'outillage scientifique et pédagogique que possèdent toutes les sciences devenues officielles avant nous. Il se peut que cette situation soit la conséquence de celle que j'ai signalée ci-dessus; car s'il y avait beaucoup de cours et d'étudiants, il faudrait bien qu'il y eût des manuels destinés à la préparation des examens. Mais il se pourrait aussi que la mauvaise volonté témoignée à notre science par les autorités universitaires de la plupart des pays se fonde, — et je dirai: se justifie partiellement — par l'ignorance où se trouvent la plupart des gens, et surtout les savants d'autres spécialités, de ce qu'est exactement l'ethnographie, quels sont les faits qui forment

son domaine, quelles sont ses méthodes propres et quelle est sa portée philosophique et pratique. Comme il arrive si souvent, dès qu'on serre les choses de près, on est emprisonné ici dans un cercle vicieux. Mais il est relativement facile d'en sortir, puisqu'il suffit que les principaux ethnographes prennent conscience de la nécessité qu'il y a à munir les générations suivantes de manuels propres à l'enseignement universitaire.

Ce n'est pas d'ailleurs que notre littérature soit pauvre en ouvrages qui prétendent à être des manuels. Mais ils ne le sont pas dans la direction voulue. Ou bien, ce sont, comme les gros volumes de Ratzel et de Peschel, d'énormes accumulations de faits présentés d'une manière qui les rend rébarbatifs; ou bien, ce sont des traités plus rapides qui prennent l'aspect de sèches énumérations; ou bien, ce sont des livres de vulgarisation qui tombent à chaque instant dans l'anecdote amusante ou dans le petit détail descriptif. Le type dont on voudrait voir se rapprocher le plus un manuel, c'est la *Völkerkunde* publiée par plusieurs spécialistes sous la direction de Georg Buschan à Stuttgart en 1911.

Il suffit de comparer, à ce point de vue, notre littérature à celle de l'archéologie, des sciences naturelles et de la philosophie au sens universitaire du mot, pour admettre que ceci n'est pas une critique vaine.

Mais pourquoi, dira-t-on, les ethnographes ne se sont-ils pas encore mis au travail? Tout simplement, parce que jusqu'à ces dernières années ce travail était réellement impossible. Nous manquons de monographies détaillées, dues à des observateurs au courant des besoins et des méthodes de notre science. Et nos théoriciens étaient encore le jouet des tendances que je nommerai pré-ethnographiques.

J'appellerai la première: *tendance historique*. Elle a pour effet de subordonner le vivant au mort et l'actuel au passé. Il est naturel qu'un archéologue ferme totalement les yeux à tout ce qui se passe autour de lui; et l'on connaît quelques cas typiques de cet ordre où des archéologues envoyés en Palestine, en Perse, en Egypte, dans les îles de la Grèce ou en Amérique centrale, ont vécu sous la hutte ou la tente de longs mois, ont fait travailler des dizaines d'ouvriers indigènes, ont reçu l'hospitalité des indigènes voisins.... et n'ont jamais pensé à étudier les populations locales, tant les hypnotisait le travail des fouilles et l'exhumation progressive d'un passé incomplet — alors qu'ils avaient la possibilité d'étudier à fond un présent complet.

Je ne blâme pas: je constate. Mais pourquoi les ethnographes perdent-ils du temps à regarder en arrière et à faire en même temps travail d'historiens et d'archéologues? Pourquoi, en présence de faits actuels, se soumettent-ils à la manie du dix-neuvième siècle

qui n'a jamais considéré le présent que par rapport au passé, au lieu de le considérer pour lui-même? Certes, tout fait actuel a des antécédents: mais chercher à déterminer ces antécédents, c'est la spécialité de l'historien; celle de l'ethnographe est de considérer le fait actuel dans son actualité et de déterminer quels sont tous les facteurs en jeu au moment de l'observation, tous sans exception: matériels et psychiques, individuels et collectifs, conscients et semi-conscients.¹ La marche à suivre dans des enquêtes de ce genre est d'une difficulté particulière et la méthode de critique du témoignage et du témoin est ici tout autre que dans le domaine historique.

Il semble que l'attitude mentale caractéristique de l'ethnographie soit pénible pour la plupart des cerveaux, parce qu'elle exige une sorte de *renversement* préalable *des valeurs*. Considérer le présent, même fugitif, est d'autant plus difficile que tous nos systèmes d'enseignement dressent à regarder le présent en fonction du passé et les choses par rapport à des principes de classement déjà fixés et qui diffèrent de celui qu'élabore l'ethnographie.

La seconde tendance, que j'appellerai *tendance muséologique*, est intimement liée à la première et n'en est en quelque sorte qu'une application pratique. Les trois quarts des musées ethnographiques, sinon davantage, ne répondent nullement au programme et aux besoins de l'ethnographie telle qu'on commence à la comprendre maintenant. Je ne fais pas tant allusion aux divers systèmes d'arrangement des objets qu'à l'esprit qui anime les conservateurs qui les font acheter, les explorateurs qui les collectionnent et le public qui vient les regarder.

Les musées d'ethnographie et de folklore — le folklore est l'ethnographie des populations rurales de l'Europe, pas autre chose — proviennent des « cabinets de curiosités » constitués depuis trois siècles par des princes, par de riches amateurs, par des explorateurs, des officiers de marine et des commerçants coloniaux. De cette origine, il leur est resté la tendance: 1° à rechercher ce qu'on nomme de belles pièces, ou des pièces de musée, et des objets qui ont une valeur marchande, intrinsèque et manifeste; or, ce doit être là le but des musées de beaux-arts et d'art industriel; 2° à rechercher des pièces anciennes et rares, ce qui est contradictoire avec l'esprit de l'ethnographie, qui veut l'actuel et, si possible, le neuf; et ce doit être l'apanage des musées historiques et archéologiques.

Je sais bien que peu à peu tous les musées s'affranchissent de la manie des pièces exceptionnelles, et réservent une place honorable aux petits tessons de poterie, aux fragments de tissus, aux esquisses des peintres, aux maquettes des sculpteurs. Et je sais

¹ Pour des tentatives dans cette direction, voir mes *Études d'Ethnographie algérienne*, dans la « Revue d'Ethnographie », 1911, 1912 et 1913.

aussi que les musées ethnographiques ont avant tous les autres perdu la superstition de la pièce individuelle et rare pour tendre à constituer des collections de séries. Je sais enfin que dans certains pays, surtout en Grande Bretagne, les archéologues et les ethnographes sont des amis à la fois personnels et intellectuels, qu'on n'y rencontre pas cet abîme qui sépare ces deux groupes de savants sur le continent. J'atténue donc le plus possible ma critique. Elle n'en signale pas moins le vice radical de nos musées.

En premier lieu, la superstition de l'antique et de l'ancien gouverne encore l'esprit de l'immense majorité de nos conservateurs et plus encore celui des membres des commissions de contrôle. Si on présente à ceux-ci des objets neufs, il croient qu'on se moque d'eux et refusent l'achat; que ce même objet soit couvert de crasse nègre ou chinoise, il acquiert aussitôt à leurs yeux, et sans doute aussi à leur odorat, une valeur marchande et scientifique supérieure. Or, si dans les deux cas la technique de fabrication a été la même, le savant a tout avantage à pouvoir étudier un objet neuf, dont aucune particularité n'aura été modifiée par les diverses causes d'usure. Quant à la valeur marchande, nous ne nous en soucions pas plus qu'un minéralogiste ou un pétrographe ne se soucie de celle des pierres, des minéraux et des cristaux qu'il étudie; il lui importe peu qu'un cristal appelé diamant puisse valoir des milliers de francs, et il le clive sans scrupule, s'il espère arriver à une découverte scientifique. Pour nous autres ethnographes, une sandale en fibres peut avoir cent fois plus de valeur qu'une étoffe brochée ancienne de la Perse, et la lame d'un poignard nous intéresser plus que sa gaine en cuir, ornée de pierres précieuses. Mais faire comprendre cette attitude d'esprit aux commissions des musées d'ethnographie, d'ordinaire composées de riches négociants et de riches industriels, est au dessus des forces de l'humble ethnographe, dont la science elle-même n'est pas toujours reconnue officiellement!

J'en arrive maintenant à la critique fondamentale: si les musées ethnographiques, dans leur état actuel, font du mal à notre science, c'est qu'ils perpétuent l'illusion ancienne que ce qui lui importe c'est avant tout la connaissance des objets matériels. De sorte que les neuf-dixièmes des ethnographes s'imaginent qu'en rapportant des caisses pleines d'objets soigneusement étiquetés et munis de leur nom indigène, en classant ces objets derrière des vitres, et en les décrivant dans les revues spéciales avec force détails et illustrations, ils font progresser l'ethnographie. C'est en cela que se marque la déformation que nous ont imposée l'histoire et l'archéologie. Que ces deux sciences en soient réduites à étudier des objets, c'est tant pis pour elles. Que dans quelques cas les objets découverts par les fouilles puissent être identifiés (à moins que ce ne soit l'inverse) par

des bas-reliefs, comme en Assyro-Babylonie et au Mexique, ou des peintures, comme en Egypte ou dans l'Inde et en Chine, c'est tant mieux pour elles.

Mais l'ethnographie a bien autre chose: elle a sous la main et comme sujet propre d'étude, non pas l'objet isolé de son milieu de fabrication et de son usage quotidien, mais au contraire en pleine action, si je puis dire. On ne comprend vraiment pas que les ethnographes abandonnent, comme volontairement, cette supériorité, pour retomber dans les conditions défavorables de l'archéologie. L'archéologue, mis en présence d'un ustensile domestique, est obligé de recourir à des textes; et s'il n'y a pas de textes, à des hypothèses. L'ethnographe utilise le contrôle incessant que lui fournit l'observation directe, soit personnelle et unique, soit multiple, grâce à la collaboration des indigènes eux-mêmes et des Blancs établis parmi eux.

En outre, l'archéologue dépend du hasard des fouilles et du hasard des transports; quels que soient son adresse et son désir, c'est le hasard seul qui fera qu'une catégorie d'objets sera ou non représentée par un seul specimen ou par une série. L'ethnographe, lui, peut organiser son enquête systématiquement, obtenir plusieurs exemplaires d'un même objet et établir toute une série complète des diverses formes et variations. Aussi l'ethnographie assure-t-elle plus de sécurité dans l'interprétation des faits. Mais les faits ethnographiques, ce ne sont pas les objets seulement, c'est-à-dire les produits: notre vrai domaine d'étude, c'est le mécanisme de la production même, c'est-à-dire de la fabrication technique et des conditions psychiques et sociales sous-jacentes dont les objets ne sont jamais que des témoins desséchés, comme des plantes dans un herbier.

Donner aux musées une telle importance dans notre science, c'est trahir notre science et la ramener au stade de son début, alors qu'elle tâchait de prouver son droit à l'autonomie. Cet état d'esprit néfaste a d'ailleurs trouvé ses théoriciens dans le conservateur du musée ethnographique de Cologne et dans son assistant, MM. Foy et Graebner, qui ont publié, l'un un *Guide du Musée*, l'autre un livre, *Die Methode der Ethnologie*,¹ où ils ont proposé de faire de l'ethnographie une science historique et de la fonder sur une méthode qu'ils appellent *Kultur-Historische Methode*. Ces deux savants se contentent, tout comme les archéologues, d'étudier des objets; et s'ils étudient par hasard des techniques, c'est au point de vue uniquement formel, comme on étudierait une technique des Egyptiens, des Grecs et des Romains.

Je prétends qu'il faut jeter le cri d'alarme et rappeler aux

¹ Heidelberg, 1911.

ethnographes quelles sont les limites, mais aussi quelle est l'étendue de leur domaine. Nous avons pris pour but d'étudier l'homme demi-civilisé et les populations rurales de l'Europe. Or, l'économie politique vient ici se joindre à nous, et nous devons profiter des enseignements qu'elle nous donne: étudier les phénomènes commerciaux et industriels des sauvages, comme les économistes étudient les petites industries de la dentelle et de la ganterie, avec le même souci de déterminer quels sont les facteurs en jeu; un musée de la dentelle ou un musée de la ganterie ne remplaceraient nullement les enquêtes qu'on a faites sur ces industries et ne permettraient pas de reconstituer, même par induction, les facteurs psychiques, sociaux et techniques qui ont déterminé l'évolution de ces phénomènes industriels! Ainsi comprise, l'économie politique est de l'ethnographie; ou plutôt, elle serait de l'ethnographie, s'il s'agissait de phénomènes de début, et non de phénomènes très évolués.

Je serais le dernier à prétendre que les collections d'objets et que les musées ne servent à rien; ils sont nécessaires, parce qu'ils mettent les objets à l'abri des vicissitudes, et ils le sont tout autant que les musées d'art, d'archéologie et d'histoire naturelle. Le mot d'ordre proféré par Adolphe Bastian a été: « avant tout, achetons en masse, pour les sauver de la destruction, les produits de la civilisation des sauvages et accumulons-les dans nos musées ». Ce mot d'ordre a été entendu, surtout en Allemagne; et certaines missions, comme celle de Leo Frobenius, ont raflé des milliers d'objets dans l'Afrique Occidentale et au Congo, et si bien que les industries indigènes de plusieurs tribus en sont mortes. Etrange manière de faire œuvre de science! et d'autant moins utile en définitive, que dans ces pillages organisés à coup d'argent et en passant vite, l'explorateur n'a pas le temps et n'a pas l'idée d'étudier le fonctionnement social qui conditionne les productions locales. Il faut donc réformer ce système et organiser des missions qui séjournent plusieurs mois dans chaque tribu, et non des missions qui pillent le plus grand nombre de tribus possible. La plupart des ethnographes seront sans doute d'accord avec moi: il faut donc amener les pouvoirs publics et les commissions des musées à modifier leur manière de faire.

Neuchâtel, Université.

A. VAN GENNEP

RECENSIONI - COMPTES RENDUS

REFERATE - BOOK REVIEWS

FEDERIGO ENRIQUES - *Scienza e razionalismo (Science et rationalisme)*. Un vol. in-12, de xv-302 pages. Nicola Zanichelli, éd., Bologna, 1913.

Ce volume se compose d'une série de réflexions sur la science rationnelle. Le titre même des chapitres est suggestif: *Valeur de la science, Rationalisme et empirisme, Rationalisme et historicisme, Théorie de l'État, La classification des sciences, La science et la religion*. L'auteur, bien connu en France par son ouvrage sur les *Problèmes de la science* nous donne dans sa préface (p. 5) l'idée centrale de cette étude: « Ce livre, dit-il, s'ouvre par une critique qui tend à établir contre le pragmatisme la valeur de la science, avec le souci de mettre surtout en relief le sens social et politique de celle-ci. On en montrera le progrès évolutif dans l'histoire de la pensée, progrès s'acheminant vers des formes toujours de plus en plus hautes ».

M. Enriques, dont l'érudition est des plus étendues, nous promène à travers les systèmes des philosophes. Il ne hasarde ses critiques qu'après nous avoir exposé d'une façon claire et précise, quoique trop écourtée peut-être, la pensée des philosophes et des savants. Remarquons seulement, en passant, que M. Le Roy s'accommoderait mal, croyons-nous, d'être rangé parmi les nominalistes (p. 21); mais, cette remarque faite, il faut convenir que M. Enriques est un historien singulièrement exact en général. La troisième partie du volume, intitulée *Rationalisme et historicisme*, est tout à fait remarquable. Ces pages aideront à faire comprendre Hegel, et, ce qui n'est pas pour nous déplaire, à faire goûter davantage Cournot dont l'auteur adopte la définition de l'histoire (p. 180). M. Enriques donne ensuite, à titre d'exemple, capable d'éclairer son rationalisme, un essai sur la théorie de l'État, essai dit-il, « qui rattache les arguments philosophiques de ce volume aux questions débattues par la science politique contemporaine » (pref. p. 6). Il conclut qu'au-

cune forme d'État n'est bonne et parfaite en soi. Chaque « gouvernement représente un compromis entre les forces historiques et les aspirations rationnelles, et reflète les conditions idéales et matérielles de la nation » (p. 231). Et il ajoute, à propos de la démocratie, que si large et si libre qu'on la conçoive, elle « ne crée pas, mais suppose dans le peuple la conscience et l'aspiration vers le progrès national. Elle vit, en dernière analyse, sur cette persuasion que, tous les obstacles écartés, l'âme des citoyens s'exalte dans l'amour de la patrie et dans la pensée d'un avenir meilleur » (p. 232).

La cinquième partie du volume traite de la conception étrange de la philosophie que se sont faite certains auteurs. On l'a considérée comme séparée de la science, et c'est ce que M. Enriques appelle le particularisme philosophique. Il nous semble bien qu'à son tour le philosophe italien veuille renfermer la philosophie dans les limites de la science rationnelle quitte à faire de la science elle-même, et de la philosophie naturaliste entendue comme méthode de réflexion critique, une sorte de religion. Le particularisme est-il évité? Oui, à condition de supposer que les instincts et les croyances religieuses sont, sinon quelque chose de parfaitement vaine, du moins, un détail dans la vie. Mais si, comme nous le pensons, la foi religieuse est ce qu'il y a de plus profond, et de central chez l'homme, M. Enriques universalise le savoir, en demeurant particulariste au point de vue religieux. C'est son opinion incontestablement et il en donne comme motif que la « foi religieuse à une harmonie et à un ordre universels est rebelle à toute loi et à tout précepte, comme à toute interprétation qui voudrait la traduire dans une série de jugements uniformes » (p. 294). Il y a là l'attitude très logique d'un rationaliste qui, dès le début de sa critique, entend bien ne voir de connaissance possible que dans les réalités capables de rentrer dans des concepts définis et de livrer leur loi scientifique. La religion devient alors une superfétation, une vague religiosité, une espèce d'enthousiasme ou de mélancolie. Il nous plaît de voir ainsi poser nettement le problème de la connaissance, et trancher par un rationaliste convaincu le conflit de la philosophie et de la religion. On peut ne pas se rattacher au point de vue de M. Enriques; on peut douter que ce naturalisme philosophique repose au fond sur des principes hors de conteste, penser qu'il se tourne en spéculation purement esthétique d'une part, et utilitaire d'autre part, détruit en réalité la religion qu'il prétend sauvegarder, et laisse enfin désemparée l'âme avec ses besoins essentiels et irréductibles; on saura gré cependant à M. Enriques d'avoir été précis et logique. Un reproche toutefois. Pourquoi l'auteur semble-t-il croire que la religion traditionnelle soit nécessairement contenue dans une « pseudo-logique de métaphysiques formalistes » (p. 295)? Evidemment c'est supposer que la religion est d'ordre spéculatif; bien plus, que toute vérité

ne peut être qu'expérimentale au sens ordinaire du mot et conceptuelle. Ni Pascal, ni S.^t Augustin, ni le cardinal Dechamps, ni enfin M. Blondel, et bien d'autres, chrétiens traditionnalistes, ne souscriraient à cette affirmation.

Quelle que soit la gravité de ces reproches, il reste que le livre de M. Enriques est une histoire du rationalisme, qui marque les étapes successives de la philosophie rationnelle. C'est toute une partie de l'histoire des doctrines qui est passée en revue, avec beaucoup d'élégance. Signalons en terminant les pages où l'auteur aborde le problème de la classification des sciences et compare A. Comte à Cournot.

En résumé, ce livre, de ton parfaitement modéré, fait le plus grand honneur à la philosophie italienne de notre temps.

Paris.

P. E. BOTTINELLI

A. NODON - *L'action électrique du Soleil, son rôle dans les phénomènes cosmiques et terrestres*. Un vol. in-18, de xv-200 pages, avec 18 figures et planches. A. Gauthier-Villars, éd., Paris, 1911.

Il a été soupçonné depuis longtemps qu'en plus de l'attraction gravitative qui maintient en mouvement tous les membres de notre système, en plus aussi des radiations caloriques et lumineuses dont dépend toute vie sur notre planète et probablement aussi sur d'autres, le Soleil est le siège de « forces » électriques et magnétiques puissantes. Les phénomènes des queues de comètes et de leur curieuse répulsion qui se produit lorsqu'elles arrivent dans le voisinage immédiat du Soleil ont paru de bonne heure témoigner en faveur de la présence de forces électriques; tandis que les phénomènes du magnétisme terrestre, les jeux de l'aurore et ce qu'on appelle les orages magnétiques semblaient résulter de l'action de forces magnétiques. Nous entrons ainsi dans un nouveau monde où s'exercent des influences à peu près inconnues jusqu'à présent et de l'importance desquelles nous n'avons encore qu'une vague conscience; et nous devons accepter avec d'autant plus d'empressement les preuves dans le genre de celles que nous fournissent les travaux et recherches expérimentaux dont le livre de M. Nodon donne un exposé assez détaillé. Dans la préface écrite, sur la prière de l'auteur, par un de ses anciens maîtres, M. Lecaplain, de Rouen, ce dernier donne un bref résumé du remarquable ouvrage de M. Nodon.

De l'avis de notre auteur, les radiations électriques présentent probablement plus d'importance que toutes les autres. Dans son résumé historique, M. Nodon rappelle les observations de troubles

magnétiques, aurores et orages magnétiques, qui se sont produits sur notre Terre à une époque où la surface solaire était animée d'une activité intense; de ces observations Quet et Siemens ont conclu que ce dernier corps (le Soleil) émettait des ondes électromagnétiques, Siemens considérant notamment que de nombreux phénomènes d'électricité atmosphérique pourraient s'expliquer par l'action d'une force électrique du Soleil. L'auteur cite encore brièvement les opinions de Zenger, Moreux, Brunhes, Hale, Cirera, Chrétien, Salet et autres.

Afin de déceler les charges électrostatiques induites par l'action solaire et qui étaient trop faibles pour condenser même un électroscope fait avec des feuilles d'or, l'auteur a employé, après plusieurs essais préliminaires, un appareil qu'il décrit avec beaucoup de détails, pages 17-21. Au cours de ses recherches les plus récentes, son appareil était placé dans une grande boîte en bois munie d'un « couvercle latéral démontable, doublé intérieurement de toile métallique ».

M. Nodon conclut de ses observations que le Soleil produit sur la surface du sol une induction positive d'une intensité variable. Cette induction s'arrête, lorsqu'il existe des nuages; elle est particulièrement nette pendant les jours clairs et sans nuages, lorsque l'atmosphère est très sèche; à peine sensible avant 9-10 heures du matin, elle atteint sa valeur maxima à 1 ou 2 heures de l'après-midi. La Lune semble produire également une charge positive, puisque l'appareil, exposé directement aux rayons lunaires, était déchargé en 40 secondes, la même décharge exigeant 240 secondes, lorsque l'appareil est exposé directement face à une partie du ciel voisine de la Lune. L'auteur a fait des observations non seulement dans des stations voisines de la surface du sol, mais encore à l'Observatoire du Pic du Midi.

M. Nodon compare le Soleil à un immense « creuset en ignition », où de violentes dissociations chimiques et moléculaires produisent continuellement des phénomènes ioniques. Lorsque les électrons négatifs ont une vitesse suffisante pour vaincre l'attraction (gravitationnelle et électrique de la charge positive), ils s'échappent, et c'est pourquoi l'état (potentiel) positif du Soleil n'a fait qu'augmenter progressivement au cours des âges.

M. Nodon compare le globe terrestre, avec ses différentes couches atmosphériques, à un double condensateur sphérique avec des électrodes concentriques. Dans le voisinage du sol existe une région ayant une charge négative qui diminue progressivement jusqu'à « un point zéro potentiel » et est suivie d'un potentiel de plus en plus positif. Ce dernier atteint un maximum et diminue jusqu'à zéro pour redevenir ensuite négatif. Des courants électriques naissent dans l'atmosphère supérieure grâce à la rotation de la Terre

qui entraîne un excès d'ions négatifs dans une zone qui fait face à la position du Soleil, tandis que des ions positifs sont entraînés dans la direction opposée. L'auteur parle de la connexion intime qui existe entre les orages magnétiques et les phénomènes solaires: les rapports entre les uns et les autres sont peut-être ce que nous savons de plus certain, à côté des influences gravitationnelles et caloriques depuis longtemps reconnues, tandis que les rapports entre les tremblements de terre et autres mouvements telluriques d'un côté, et les troubles solaires, d'un autre, sont moins définis et souvent révoqués en doute. On peut citer un certain nombre d'exemples de tremblements de terre survenus à la période de l'activité solaire, dans la mesure où celle-ci est attestée par la présence de taches et, plus spécialement, de facules; mais non moins nombreux sont les exemples où on ne constate aucune correspondance de ce genre.

Mais il est une autre relation dont l'évidence repose sur une base plus solide. Lamont, Sabine, Wolf et autres ont montré, il y a longtemps, que la période de taches solaires, qui est de 11 années, correspond à celle des plus grandes variations de la déclinaison magnétique, cette dernière période ayant été, bientôt après, découverte par Schwabe, tandis que les « orages magnétiques » irréguliers, souvent accompagnés d'aurores nocturnes visibles à peu près sur toute la surface du globe coïncidaient invariablement avec des périodes d'activité inusuelle du Soleil, lequel présente alors de larges taches, facules, etc. Mais il y a cinq années que M. Maunder, de l'Observatoire de Greenwich, en comparant les données magnétiques se rapportant aux vingt dernières années environ, a montré que les « troubles » avaient une tendance à se reproduire à des intervalles correspondant à une ou plusieurs rotations synodiques du Soleil ($27 \frac{1}{2}$ jours environ). Il semblait résulter de cette constatation que les troubles se trouvent en connexion étroite avec la rotation solaire et que l'action procède, non de la totalité du Soleil, mais de portions limitées de sa surface, en suivant une direction définie et restreinte.

On trouvera d'autres détails dans le travail de M. Maunder (« Monthly Notices of the Royal Astronomical Society ») et dans notre article publié dans « Symons Meteorological Magazine », Janvier 1911. Aussi nous abstiendrons-nous d'y insister ici. A notre avis, M. Nodon est peut-être trop affirmatif, lorsqu'il dit que cyclones, trombes d'eau et tourbillons dépendent de l'action électrique du Soleil; et quoiqu'il cite quelques faits qui prouvent incontestablement une connexion de ce genre, de longues recherches sont encore nécessaires pour en établir la nature et l'étendue.

Personne ne met en doute l'influence souveraine du Soleil sur tous les phénomènes terrestres, mais on est en droit de se deman-

der comment des effets purement locaux peuvent être attribués avec certitude à des déviations et à des minimes variations de son action. Il est impossible de dire dans quelle mesure le chaleur du Soleil varie selon le plus ou moins grand nombre de ses taches et quoique, nous l'avons dit, ces phénomènes soient d'une observation des plus faciles, il ne s'ensuit nullement que ces taches correspondent au maximum d'activité solaire.

M. Nodon fait cette supposition ingénieuse que quelques-unes des différences inexplicables existant entre les résultats de la théorie et l'observation, en ce qui concerne le mouvement de la Lune, tiennent aux variations dans la charge que celle-ci reçoit sous l'influence solaire, quoiqu'il soit porté à attribuer plus d'importance à l'influence que la charge (similaire et par conséquent répulsive) lunaire exerce sur l'atmosphère de la Terre qu'à celle qu'elle exerce sur le mouvement lunaire. L'auteur prend également en considération les planètes Mercure et Jupiter. Il conclut du plus grand rapprochement du premier que la charge induite est, dans son atmosphère supérieure, plus grande dans la nôtre, et il voudrait par cette charge expliquer le mouvement anormal du perihélie de Mercure, de même que d'autres ont invoqué un milieu résistant, un essaim de météores ou une planète nouvelle et inconnue tournant dans le voisinage du Soleil.

La théorie de la pression de la lumière, qu'on est obligé d'admettre, ne paraît pouvoir expliquer qu'une petite partie de la répulsion apparente des queues des comètes par rapport à la direction du Soleil; les théories électriques paraissent seules capables d'expliquer ces mouvements, ainsi que la cause de l'auto-luminosité apparente de ces corps singuliers. Mais il reste encore beaucoup à faire avant que la connaissance détaillée du mode d'action nous permette enfin de sortir des généralités et de nous prononcer d'une façon définitive quant à la nature de cette action. Mais M. Nodon a réuni une série de faits intéressants et très précieux, en ce qu'ils montrent la large prédominance et l'importance cosmique de l'action électrique dans l'Univers; il insiste de même sur le rôle prédominant qui revient à l'électricité solaire dans les phénomènes dont notre planète est le théâtre.

« C'est en effet à l'électricité qu'on doit vraisemblablement attribuer les perturbations et les mouvements inexplicables de la surface solaire, c'est sans doute à son action indirecte que la couronne est redevable de son aspect tourmenté et changeant. C'est encore à l'électricité que doit se rapporter la genèse des capricieuses comètes. C'est son action perturbatrice qui paraît expliquer les variations dans le mouvement sidéral et de leurs satellites. C'est enfin à l'action électrique qu'on doit vraisemblablement rattacher la plupart des phénomènes terrestres ».

Avec l'enthousiasme d'un inventeur, l'auteur est porté ainsi à pousser jusqu'à ses extrêmes limites l'importance universelle de ce facteur. D'autres peuvent penser que, malgré tout, nous n'en sommes encore qu'au seuil de ce vaste sujet. En tout cas reste intact le mérite de l'auteur d'avoir ouvert aux recherches futures un monde de possibilités à peu près inconnues jusqu'à ce jour.

Walthamstow.

† F. W. HENKEL

- W. M. DAVIS - *Die erklärende Beschreibung der Landformen (La description explicative des formes du terrain)*. Deutsch bearbeitet von A. Rühl. Un vol. in-8, de xviii-565 pages, avec 212 fig. et 13 tables. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig. Berlin, 1912.
- W. H. HOBBS - *Earth features and their meaning (Les formes du terrain et leur signification)*. Un vol. in-8, de xl-506 pages, avec 493 fig. et 24 tables. The Macmillan Co., New-York, 1912.
- C. DAVISON - *The origin of earthquakes (L'origine des tremblements de terre)*. Un vol. in-16, de 144 pages, avec 26 fig. The University Press, publ., Cambridge, 1912.
- T. G. BONNEY - *The work of rain and rivers (L'œuvre de la pluie et des cours d'eau)*. Un vol. in-16, de 140 pages, avec 19 fig. The University Press, publ., Cambridge, 1912.
- H. B. WOODWARD - *History of geology (Histoire de la géologie)*. Un vol. in-16, de 159 pages, avec 14 portraits. Watts & Co., publ., London, 1912.
- G. RICCHIERI - *Le più recenti cognizioni e ipotesi sulle condizioni dell'interno della Terra (Connaissances et hypothèses les plus récentes sur les conditions intérieures de la Terre)*. Une brochure in-8, de 47 pages. E. Cogliati, éd., Milano, 1913.

L'ouvrage de W. M. Davis constitue essentiellement, ainsi qu'il le dit lui-même dans sa préface, un recueil, revu et amplifié, des leçons faites par lui durant le semestre d'hiver 1908-1909 à l'Université de Berlin. « Elles (ces leçons) suivent, d'une façon générale, le plan développé dans les leçons de géographie physique des terres émergées, faites par l'auteur pendant ces trente dernières années à la Harvard University; plan qui peu à peu a fini par se détacher de la méthode empirique en vigueur dans la géographie d'autrefois, pour se rapprocher de la méthode génétique et explicative que les géographes modernes ont trouvée très avantageuse ». On sait que l'origine du système de M. Davis a consisté avant tout dans la reconnaissance du cycle des érosions fluviales et des phases successives que doit traverser nécessairement un relief terrestre avant d'être aplani par les eaux continentales. C'est l'Amérique du Nord qui se prêtait le mieux au développement de ces concepts,

parce que son émergence remonte à des temps très éloignés et qu'elle a conservé des traces évidentes et grandioses des phases qu'elle a traversées pendant son histoire géologique. A l'étude du cycle de l'érosion fluviale, de ses effets sur les divers terrains et des complications produites par les mouvements orogéniques, est venue se joindre plus tard l'étude du cycle glaciaire, du cycle aride ou désertique et, finalement, du cycle marin ou côtier; le système se trouve ainsi complété par tout l'ensemble de l'évolution morphologique du modèle des terres émergées.

L'essence de la méthode explicative dans la géographie descriptive consiste à reconnaître et à reconstituer les effets que les processus érosifs et constructifs du passé ont exercés, en engendrant les formes du terrain actuelles. Dans le déroulement imperturbé d'un cycle, depuis sa phase la plus jeune jusqu'à celle de la vieillesse la plus avancée, toutes les formes du relief, dans toutes les modifications qu'elles subissent peu à peu, affectent entre elles des rapports déterminés et se développent selon un ordre déterminé dans le temps. Ces rapports et ses successions, que l'auteur retrace avec un art incomparable et une très grande clarté, une fois reconnus, la compréhension et la description géographiques se trouvent considérablement facilitées, puisqu'il suffit de quelques mots appropriés pour donner une idée exacte aussi bien de l'ensemble que de ses parties constitutives.

Sans être une grande nouveauté pour les géologues, tout cela a provoqué, au contraire, une rénovation fondamentale dans le domaine de la géographie, où avaient régné pendant trop longtemps les descriptions arides qui fermaient la voie au développement de la pensée scientifique. Avec la méthode de Davis, la description géographique se rapproche directement de la description géologique, celle-là s'occupant surtout du présent, tandis que celle-ci a principalement en vue le passé, mais ayant en commun, l'une et l'autre, la partie générale qui forme la base de leur existence et de leur progrès.

••

M. Davis a peut-être le défaut, inhérent à sa qualité de géographe, d'insister sur le développement caractéristique (et, pourrait-on dire, théorique) des cycles d'érosion, en négligeant trop la nature et la structure géologiques des reliefs sur lesquels s'exercent les forces érosives. Nous croyons devoir relever le même défaut dans l'ouvrage de W. H. Hobbs, que l'auteur nous offre comme une introduction à l'étude des sciences géologiques. Cet ouvrage, composé d'après un plan propre à l'auteur, se présente comme un traité de géologie générale ou, plutôt, de géomorphologie, avec des

applications spéciales à l'Europe et à l'Amérique du Nord. Ceci explique le développement extraordinaire que l'auteur donne à l'étude des phénomènes glaciaires, auxquels il consacre à peu près un tiers du volume, tout en s'abstenant de discussions théoriques. Le volcanisme et la sismologie, dans lesquels l'auteur possède une compétence spéciale, sont traités d'une façon plus étendue que ne le comporte un ouvrage de géomorphologie, bien qu'ici l'auteur ait également exclu tout ce qui ne présente pas de rapports directs avec les effets sur les formes du relief. Il nous donne une étude exacte de l'action modelatrice du vent dans les régions arides et désertiques, de la formation des bassins lacustres et des phases de leur existence, si éphémère au point de vue géologique. L'auteur ne mentionne que rarement des hypothèses géologiques. Il ne le fait que lorsqu'il parle de ses idées sur la réalité et l'importance de la « structure en marqueterie » dans les régions troublées par des tremblements de terre; sur l'origine des réservoirs à lave qu'il explique par la fusion de roches sédimentaires tendres; sur la formation des chaînes montueuses courbées en arc qu'il attribue à des poussées orogéniques provenant de l'extérieur de l'arc plutôt que de son intérieur. Mais, même dans ces cas, la discussion est excessivement brève ou nulle, et la théorie est exposée *ex cathedra*, procédé qui, à un degré moindre, est aussi celui de M. Davis. Aussi bien Hobbs que Davis s'occupent beaucoup de la bibliographie anglaise et (surtout Davis) de la bibliographie allemande, moins de la française; quant aux ouvrages italiens, ils en utilisent parfois quelques-uns, mais oublient d'une façon générale de les citer.



Les tremblements de terre, que M. Hobbs considère au point de vue de leurs conséquences sur la morphologie, sont au contraire traités à un point de vue purement théorique dans le petit volume de M. Davison, qui fait partie de la collection: Cambridge Manuals of Science and Literature. L'auteur divise les tremblements de terre en trois groupes. Ceux du premier groupe, constitués par une secousse simple, sont connexes à une ligne de fracture longitudinale, c'est-à-dire parallèle à la direction des plissements des couches; ceux du deuxième groupe, caractérisés par une secousse double, sont connexes à des fractures transversales aux plissements, avec un maximum de commotion correspondant aux parties les plus convexes et les plus concaves des plissements eux-mêmes. La troisième catégorie comprend les tremblements complexes, avec une commotion de longue durée, avec de fréquentes variations d'intensité et des variations dans la direction apparente des secousses; ces tremblements de terre, dont font partie les plus for-

midables, seraient en rapport avec des lignes de dislocation d'une importance particulière ou avec des systèmes de fractures plus ou moins compliqués.

Cette classification, personnelle à l'auteur, n'est pas sans valeur; nous devons toutefois faire observer qu'elle ne tient pas compte des tremblements dûs à des phénomènes volcaniques, affaissements, explosions, etc., et qui, pour cette raison, ne sont pas liés nécessairement à des fractures ou, plutôt, à des failles, au sens que leur attribue M. Davison. L'auteur se propose précisément de démontrer que, dans l'énorme majorité, les tremblements de terre sont dûs à des déplacements intermittents le long des lignes de faille et aux secousses produites par le frottement des masses disloquées; mais dans sa démonstration il ne tient pas compte des tremblements qui ne rentrent pas dans ce groupe et qui, s'ils ont souvent une importance et une extension limitées (comme les tremblements par affaissement), n'en secouent pas moins souvent avec une énergie énorme des régions entières (comme le grand tremblement de terre de Lisbonne et l'explosion du Krakatoa). En outre, la classification de M. Davison est basée plutôt sur la façon dont se produisent les tremblements de terre que sur les causes qui les engendrent. On comprend qu'il veut parler presque exclusivement des séismes tectoniques et d'ajustement; mais il ne le dit pas d'une manière explicite.

Cependant la façon originale et personnelle dont il traite la question rend agréable son livre qui mérite encore des éloges pour sa forme claire et pour le choix opportun des exemples cités à l'appui et pour l'illustration de la théorie.



Dans la même collection des Cambridge Manuals nous trouvons, à côté de l'ouvrage de M. Davison, d'un cachet si personnel, celui de M. Bonney qui est, au contraire, un excellent livre de vulgarisation scientifique. L'action érosive et modelante des eaux pluviales et fluviales sur divers terrains et aux phases progressives de leur développement est décrite avec sobriété et précision; la description est complète au point de vue géologique et contraste sous ce rapport avec celle de M. Davis qui, faite au point de vue géographique, est géologiquement incomplète, malgré son extension et sa perfection plus grandes. On y lit avec un intérêt spécial, parce qu'on la trouve rarement dans les manuels, l'analyse du processus de formation des cirques, sans l'intervention des glaciers, dans les hautes vallées où plusieurs cours d'eaux convergeant symétriquement s'attaquent à une roche de résistance telle que, tout en pouvant maintenir ses surfaces bien verticales, elle n'en cède pas

moins assez rapidement aux agents de dénudation. L'opuscule se termine par un bref chapitre sur le développement historique de la géo-hydrologie, surtout dans le monde scientifique anglais.



C'est au point de vue spécial de la science anglaise et dans une intention de vulgarisation que l'histoire de la géologie et de ses applications est exposée par M. Woodward, déjà connu par des travaux du même genre. Mais après le volumineux ouvrage de Zittel, à peu près complet, des travaux de ce genre n'ont plus aucune valeur d'originalité, et apparaissent toujours comme des résumés plus ou moins heureux, surtout lorsqu'ils ne tiennent pas compte des études ultérieures. Tel est le défaut de l'ouvrage de M. Woodward, qui ne nomme ni Ulysse Aldovrandi (qui, dans son testament, prononça le premier le mot *géologie*: « *giologia, sive de fossilibus* »), ni J. B. Beccari (qui le premier avait appliqué le microscope à l'étude des roches et découvrit les foraminifères minuscules), ni tant d'autres italiens qui attachèrent leur nom à la géologie et à la paléontologie, depuis Fabio Colonna et Ambrogio Soldani jusqu'à Giovanni Capellini.



M. Ricchieri résume brièvement dans son opuscule la plupart des données, fournies par différentes sciences et sur la base desquelles ont été et peuvent être faites des inductions sur l'intérieur du globe terrestre. Il passe en revue les principales théories élaborées sur ce sujet et conclut en admettant l'existence d'une couche continue de magma sous-jacente à la croûte lithoïde et enveloppant une épaisse couche solide et rigide à l'intérieur de laquelle se trouverait un noyau gazeux central. Dans l'ensemble, le travail forme un utile résumé critique et peut servir de point de départ à des discussions ultérieures.

Torino, Politecnico.

MICHELE GORTANI

H. EBERT - *Lehrbuch der Physik*. Band I: *Mechanik, Wärme* (*Traité de Physique*. Vol. I: *Mécanique, Chaleur*). Un vol. in-8, de xx-661 pages, avec 168 fig. dans le texte. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin, 1912.

Le traité de M. Ebert, dont nous recevons le premier volume, est un ouvrage très originale, écrit d'une façon très attrayante. Non seulement son exposé s'écarte beaucoup dans les détails de

celui qu'on trouve généralement dans les *Traité*s destinés à compléter et à accompagner les leçons faites à des étudiants; mais toute la disposition des matières diffère de celle qui était adoptée jusqu'ici. Comme l'auteur s'adresse à un cercle de lecteurs déjà familiarisés dans une certaine mesure avec les opérations fondamentales du calcul différentiel et intégral ou s'occupant, au moment où ils liront cet ouvrage, d'analyse supérieure, il suppose d'avance chez eux une suffisante intelligence et un vif intérêt pour les problèmes physiques et techniques. Aussi, pour considérer l'édifice de la physique, peut-il se placer à un point de vue plus élevé que celui que les auteurs des *Traité*s de physique moins volumineux avaient l'habitude d'adopter jusqu'ici. Et, malgré cela, son livre doit à sa forme admirablement claire, précise et facilement intelligible, ainsi qu'à sa bonne disposition des matières, d'être également accessible à ceux qui, venant d'un lycée classique, n'ont pas fait d'études scientifiques approfondies. Le calcul infinitésimal, en particulier, n'est l'objet que d'un emploi très restreint, ce qui correspond d'ailleurs au contenu du livre lequel veut donner avant tout un tableau du monde physique basé sur la description d'expériences et de faits d'observation.

Les expériences qui servent à la déduction des lois physiques sont l'objet d'une description détaillée et concrète et rendues aussi intelligibles que possible par la description de nombreuses applications empruntées de préférence à des domaines techniques et par des exemples qui utilisent le calcul. On doit féliciter l'auteur de faire un large usage de la méthode graphique et de rappeler, dans des passages appropriés, les bases du calcul des vecteurs. Inutile d'ajouter que ce livre, moderne au vrai sens du mot, tient le plus grand compte des données les plus récentes et expose les phénomènes dont la connaissance date d'hier.

En ce qui concerne la disposition des matières, elle demande à être examinée d'un peu près, si on veut se faire une idée précise de l'originalité du livre. «Energie» et «Entropie» sont les notions autour desquelles se groupe tout le reste. Aussi ce premier volume comprend-il deux parties: 1. Les formes d'énergie mécanique et 2. L'énergie calorique. La lecture des titres des chapitres dont se composent ces deux parties montre aussitôt que l'auteur a abandonné l'ancienne méthode qui consistait à traiter séparément les corps fluides, solides et gazeux. Les titres correspondent parfaitement au contenu; en outre, les chapitres (et leurs subdivisions, quand le besoin de celles-ci se faisait sentir) sont divisés eux-mêmes en courts paragraphes, pourvus également de titres, ce qui facilite singulièrement l'orientation à travers ce livre aussi bien à l'étudiant qu'au spécialiste.

Le premier chapitre est consacré à la notion du travail et de

ses facteurs et, tout en traitant de l'énergie potentielle, l'auteur profite de l'occasion pour aborder la définition et la mesure de masses de longueur, de surface, d'espace, de l'unité de poids, et pour analyser les notions telles qu'élément, atome, molécule, ainsi que la loi d'Avogadro, le nombre de Loschmidt, etc.

Dans le deuxième chapitre, l'auteur traite des transformateurs du travail: *A)* transformateurs du type levier; *B)* transformateurs appartenant au type du plan incliné; *C)* transformateurs hydrauliques; *D)* action du piston, avec l'intervention de la pression de l'air. En *A)* l'auteur considère aussi, par exemple, le volant, le treuil, la transmission à manivelle, l'engrenage, etc.; en *B)* se trouve introduit, entre autres, le produit extérieur et intérieur de deux vecteurs.

Le troisième chapitre s'occupe du travail de la tension de surface, le quatrième des travaux en rapport avec les modifications de volume, les lois de la pression osmotique faisant également partie de cette section; le cinquième chapitre traite du travail en rapport avec les modifications de forme (torsion, extension, flexion).

Nous arrivons ainsi au sixième chapitre, consacré à l'énergie cinétique dont le traitement exige une définition préalable des notions de temps et de mouvement; dans la section *A* de ce chapitre l'auteur examine l'énergie cinétique des mouvements progressifs (et à ce propos il analyse le principe d'inertie, la loi de gravitation, les bases de la ballistique, de l'échappement de gaz et de liquides, etc.); dans la section *B* il examine l'énergie cinétique des mouvements rotatifs (mouvement central, mouvement circulaire); dans la section *C* celle des mouvements oscillatoires (pendule) et dans la section *D* celle des mouvements ondulatoires (acoustique).

Le dernier (7^{ème}) chapitre de la première partie traite des phénomènes de compensation mécanique: écoulement le long de tuyaux, frottement de gaz, frottement en général.

La deuxième partie, consacrée à l'énergie calorique, se compose de 5 chapitres: 1. Notion de température, échelle absolue de température, dilatation des corps sous l'action de la chaleur; 2. Calorimétrie; 3. Phénomènes de compensation thermique (conduction de la chaleur); 4. Les deux lois fondamentales; 5. Application des deux lois fondamentales. Pour être complets, ajoutons que l'auteur cite, à titre d'exemples dans lesquels la calorimétrie joue un rôle essentiel, la chaleur dégagée par les solutions, la chaleur de combustion, etc., ainsi que la valeur chauffante des différentes chaleurs. Le cinquième chapitre comprend les subdivisions: *A)* Applications aux gaz; *B)* Applications aux passages de la phase solide à la phase liquide, et inversement; *C)* Applications aux passages de la phase solide et liquide à l'état de vapeur, et inversement; *D)* Production du froid; états critiques et liquéfaction des gaz; obtention de températures profondes.

Les lecteurs apprécieront tout particulièrement le traitement approfondi de nombreuses questions de technique calorique, surtout dans les troisième et cinquième chapitres.

Nous sommes persuadé que ce précieux ouvrage, écrit par un savant qui professe depuis plus de treize ans à la Technische Hochschule de München et répondant par conséquent à toutes les exigences didactiques, ne tardera pas à trouver de nombreux lecteurs, surtout parmi les ingénieurs engagés dans la pratique, les étudiants, les professeurs, les spécialistes. Nous attendons avec impatience et une joie anticipée la prochaine publication du deuxième volume de cet ouvrage, qui sera consacré à l'électricité et à l'optique.

Clausthal i. H., Bergakademie.

S. VALENTINER

C. DOELTER et autres - *Handbuch der Mineralchemie*, Band I (*Traité de chimie minérale*, Vol. I). Un vol. in-8, de xiv-1008 pages, avec 125 figures dans le texte. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden, 1911-12-13.

Ce *Traité de chimie minérale*, publié sous la direction de M. Doelter et sous les auspices de l'Académie des Sciences de Vienne, est un ouvrage de grande envergure auquel ont contribué plus de cinquante spécialistes parmi les plus connus. Il se propose de donner un aperçu général du développement le plus récent de la minéralogie, en prêtant une attention toute particulière aux points de vue nouvellement acquis et surtout aux progrès considérables et importants dont la minéralogie est redevable à la chimie physique. Ce livre pourra être consulté et utilisé non seulement par le minéralogiste professionnel, mais aussi par le chimiste et par le technicien, dans la mesure où ils ont besoin de connaître le monde minéral.

Pour donner une idée de la disposition de l'ouvrage, il suffit d'indiquer brièvement les matières traitées dans le premier volume qui vient de paraître. Après une introduction générale par l'éditeur, vient un chapitre consacré à l'analyse chimique et mécanique des minéraux en général et auquel se rattache un exposé détaillé de la chimie minérale du carbone, exposé qui occupe une bonne moitié du volume. D'abord il est question du diamant, du graphite et de tous les carbonates qui se rencontrent dans la nature. Un bref chapitre sur les carbures naturels, les carbures de fer et de silicium, termine la première subdivision principale. La deuxième

subdivision principale renferme la première partie, c'est-à-dire la partie générale, de la chimie minérale du silicium.

Les sections consacrées aux minéraux particuliers et aux groupes minéraux sont en général précédées d'une introduction, écrite par M. Dittrich, sur leur analyse chimique et d'une revue critique des analyses des minéraux particuliers, telles qu'elles sont consignées dans la littérature. Viennent ensuite: un chapitre sur les constantes physiques et chimiques, une étude sur l'origine des minéraux dans la nature et sur leur synthèse chimique, un exposé de nos connaissances sur la dissociation et les transformations que les minéraux subissent dans la nature et dans les laboratoires de chimie. Tout cela est suivi de remarques sur la constitution chimique et enfin sur l'utilisation technique des minéraux.

Si le lecteur trouve ainsi, à propos de chaque minéral, tous les renseignements spéciaux, rassemblés jusqu'à présent, l'ouvrage renferme en outre de nombreux chapitres d'un intérêt plus général, destinés à le renseigner aussi sur les problèmes généraux de la chimie minérale. Nous ne mentionnerons ici que les importantes sections qui s'occupent de l'acide silicique et de ses sels, des méthodes servant à la synthèse des silicates, ainsi que la longue monographie, écrite par l'éditeur lui-même, sur les fontes silicatées, monographie dont les subdivisions traitent, après une introduction générale, des équilibres chimiques dans les fontes silicatées, des principaux moyens auxiliaires (microscopes caloriques, mesure de la température; les fours à fonte ont déjà fait l'objet d'un chapitre précédent), des résultats des déterminations des points de fusion (en tenant compte des sédiments, du phénomène du refroidissement au-dessous du point de cristallisation, sans que celle-ci se réalise, et de l'influence de la pression), de la faculté et de la rapidité de la cristallisation, des chaleurs spécifiques et de la puissance de rayonnement des silicates, de la dissociation électrolytique dans les fontes, de la viscosité et finalement des propriétés des mélanges de silicates (eutectiques naturelles, points de fusion de mélanges isomorphes, application de la théorie des phases aux roches éruptives, structure de ces roches, différenciation).

Il va sans dire qu'un ouvrage de ce genre, dû à la collaboration d'un si grand nombre d'auteurs, ne peut être dans toutes ses parties uniforme et de même valeur, et chacun de ceux qui seront appelés à en rendre compte, y trouvera quelque chose qui, à son avis, aurait pu être mieux fait. Mais un ouvrage aussi important ne doit être jugé que dans son ensemble, et à ce point de vue le *Traité de chimie minérale* de M. Doelter apparaît comme une publication capitale et extrêmement précieuse, appelée à rendre à la science et à la pratique les plus grands services. Son édition fait le plus grand honneur à la science allemande.

L'ouvrage, qui sera complet en 4 volumes, sera terminé en 1914. Nous signalerons ici les autres volumes au fur et à mesure de leur publication.

Clausthal i. H., Bergakademie.

WERNER MECKLENBURG

- E. GLEY - *Physiologie*. 3^e édition. Un vol. in-8, de 1219 pages, avec 305 figures. J.-B. Baillière et Fils, éd., Paris, 1913.
- L. LUCIANI - *Fisiologia dell'uomo (Physiologie de l'homme)*. 3^e édition. Vol. I-IV (Vol. I, 610 pages avec 264 fig.; Vol. II, 611 pages avec 143 fig.; Vol. III, 786 pages avec 304 fig.; le Vol. IV n'est pas encore complet). Società Editrice Libreria, Milano, 1908-1912.
- E. H. STARLING - *Principles of human physiology (Principes de physiologie humaine)*. Un vol. in-8, de 1423 pages, avec 564 figures. J. & A. Churchill, publ., London, 1912.
- G. N. STEWART - *A manual of physiology with practical exercises (Manuel de physiologie avec exercices pratiques)*. 6^{ème} édition. Un vol. de 1064 pages, avec 449 fig. Baillière, Tyndall and Co., publ., London, 1910.
- R. TIGERSTEDT - *Lehrbuch der Physiologie des Menschen (Manuel de physiologie humaine)*. 6^{ème} édition. Vol. I-II. Vol. I, 560 pages, avec 153 fig.; Vol. II, 519 pages, avec 201 fig. Verlag von S. Hirzel, Leipzig, 1911.¹

Voici cinq manuels de physiologie, dont un seul est nouveau, tandis que ceux de Gley et de Luciani en sont déjà à leur troisième édition et celui de Stewart à la sixième; quant au manuel de Tigerstedt, j'ai sous les yeux les feuilles d'impression du 1^{er} volume de la septième édition, qui est une véritable édition nouvelle, alors que la sixième était seulement une réimpression de la cinquième.

Théoriquement, un manuel de physiologie semblerait devoir être un exposé complet et impersonnel de l'état de cette science, tel qu'il se présente à peu près au moment de la publication du livre. Mais en réalité il n'en est pas ainsi, et il est humainement impossible qu'il en soit ainsi, attendu que chaque auteur (et je parle de manuels composés par un seul auteur) est porté malgré lui à traiter mieux, plus complètement, avec plus d'ampleur et de profondeur les chapitres dans lesquels il possède une compétence particulière, pour avoir contribué par ses travaux à faire avancer la solution des problèmes qui s'y rapportent; il communique ainsi au reste de l'ouvrage cette empreinte personnelle qui dérive du caractère de sa culture générale, de ses goûts et préférences personnels.

¹ (La 7^e édition, 1913, complètement revue et augmentée, est en cours de publication. Le 1^{er} volume est déjà en vente).

Les manuels dont nous nous occupons dans ce compte-rendu fournissent une preuve évidente de ce que nous avançons. Tous présentent des mérites particulières, dûs à la compétence singulière de leurs auteurs respectifs. C'est ainsi que nous trouvons particulièrement admirables la clarté, l'ordre et la profondeur avec lesquels M. Gley traite les chapitres relatifs aux fonctions des appareils glandulaires, des glandes à sécrétion interne, à la circulation du sang et de la lymphe, etc.; M. Luciani ceux relatifs aux fonctions du système nerveux central, et plus particulièrement du cerveau antérieur et du cervelet, ceux relatifs au jeûne, au cœur, sans parler de tant d'autres; M. Starling traite d'une façon particulièrement remarquable la physiologie de la digestion et du sang, la physiologie générale du tissu nerveux et musculaire et du cœur, celle de la sécrétion lactée, etc.; dans le manuel de M. Stewart, nous devons signaler tout particulièrement les chapitres qui traitent du sang, de la circulation et de la respiration, et dans celui de M. Tigerstedt les chapitres se rapportant à la physiologie des muscles, de la circulation, des échanges matériels, de la thermogénèse, etc.

En outre, chacun de ces manuels possède encore le grand mérite d'offrir un tableau plus complet des contributions que nous devons, dans le domaine de la physiologie, aux expérimentateurs du pays auquel appartient l'auteur. A ce point de vue, l'ouvrage de M. Luciani qui, par la façon ample dont il traite les différents problèmes, dépasse de beaucoup les autres, doit être considéré non seulement comme excellent en soi (et la preuve en est qu'il a déjà été traduit en trois langues étrangères), mais aussi comme l'accomplissement d'un devoir national, puisqu'il montre aux étrangers qui ignorent ou négligent souvent de citer nos auteurs, ce que les Italiens ont fait et font toujours dans le domaine de la physiologie.

La conclusion qui découle de ce que nous venons de dire, est qu'il est impossible de choisir entre les manuels mentionnés, mais qu'il est nécessaire de les consulter tous, parce qu'ils se complètent entre eux et forment, par leur réunion, ce manuel idéal de physiologie dont nous avons parlé au début.

Pour l'exposé précis des méthodes de recherche physiologique, nous devons accorder la première place au manuel de M. Stewart, qui constitue pour cette raison un excellent guide pour des exercices de laboratoire. Le livre de M. Gley et celui de M. Luciani renferment de précieuses notices historiques, bien que chacun de ces auteurs les donne sous une forme et avec des intentions diverses. Le *Traité de physiologie* de M. Tigerstedt dépasse les autres par la sobriété, la précision et l'incomparable clarté du texte. Nombreuses sont les illustrations intercalées dans le texte de chacun de ces manuels; mais nous signalons plus particulièrement la finesse

d'exécution de celles de MM. Luciani et Tigerstedt, la clarté et le caractère pratique de celles de MM. Stewart et Starling. Les principes et méthodes de la chimie physique appliquée à la physiologie ont trouvé une place particulièrement large dans les traités de MM. Gley, Stewart et Starling, ce qui, de la part du premier, constitue un mérite d'autant plus grand que, en ce qui le concerne, il ne s'est pas livré d'une façon particulière à des recherches de ce genre. Mais c'est seulement dans le livre de M. Starling que ces principes ne restent pas relégués dans certaines parties du volume, comme des matériaux morts que l'auteur avait cru de son devoir d'y introduire, comme pour se conformer à une mode, mais servent à vivifier, dans une mesure plus ou moins grande, les concepts modernes des fonctions des tissus. C'est ainsi que le livre de M. Starling se présente comme un ouvrage nouveau, non seulement par la date imprimée sur la couverture, mais aussi et surtout à cause de la nouveauté des concepts dont l'auteur s'inspire dans son exposé des phénomènes vitaux.

Napoli, Università.

FILIPPO BOTTAZZI

EM. RADL - *Geschichte der biologischen Theorien*. I. Teil: *Geschichte der biologischen Theorien seit dem Ende des XVII Jahrhunderts*; II. Teil: *Geschichte der Entwicklungstheorien in der Biologie des XIX Jahrhunderts* (*Histoire des théories biologiques*. Ière Partie: *Histoire des théories biologiques dès la fin du XVII^e siècle*; II^{me} Partie: *Histoire des théories de l'évolution dans la biologie du XIX^e siècle*). In-8, S. VII-320 und S. X-604. Verlag von W. Engelmann, Leipzig, 1905 u. 1909.

Si l'on compare le développement historique de la biologie avec celui des autres sciences, notamment de l'astronomie et de la physique, on a l'impression désagréable que l'histoire de la biologie ne montre pas le lien intérieur que l'on constate dans le développement historique des autres sciences. Les astronomes ont encore maintenant les lois de Kepler; ils étudient encore à présent l'œuvre de Newton et rattachent des théories à ses idées scientifiques; Galilée compte encore comme autorité dans la science moderne. On ne fait pas de constatations semblables quant à la science biologique. Quel rôle joue dans la biologie moderne celui, « qu'on pourrait nommer le père de la zoologie? » De même nous aurions cherché en vain les noms de Leibniz, de Descartes, de Stahl, de Cuvier, etc.; ce n'est que dans l'introduction d'un cours que l'on trouve ces noms.

On dira que les choses ne se trouvent pas dans un état si fâcheux. Est-ce qu'on ne dit pas que Harvey a découvert la circula-

tion du sang, Wolff l'épigénèse, et qu'Aristote a le premier introduit dans la science le système naturel et l'anatomie comparée? « Oui, dit M. Radl: nous faisons tout cela et encore plus. Nous faisons à M. Graf l'honneur d'appeler d'après son nom les follicules de Graf, nous nommons d'après Césalpin tout un groupe du règne végétal, nous honorons nos prédécesseurs comme nous le pouvons. Mais personne ne tâche de les étudier avec attention, de les comprendre ».

Nous faisons attention à nos prédécesseurs non parce que nous avons appris à les comprendre, mais parce qu'ils se sont représentés des faits de la même manière que nous nous les représentons maintenant ou parce que leurs théories ressemblent aux nôtres. Nous jugeons les conceptions des auteurs d'autrefois d'après l'intérêt qu'elles présentent pour notre philosophie actuelle, on leur fait des louanges pour ce qu'ils ont compris les choses comme nous; les opinions qui ne concordent pas avec les nôtres ne sont même pas prises en considération.

Mais on ne peut pas dire qu'une théorie qui n'est plus employée, qui a été remplacée par d'autres théories est fausse; une théorie qui n'est plus reconnue officiellement peut être profonde et embrasser l'essentiel des choses mieux que les théories officielles.

C'est en se guidant sur ces points de vue et sur d'autres, dont nous parlerons plus tard, que M. Radl expose les théories biologiques.

Dans le 1^{er} volume nous trouvons non seulement les théories biologiques du XVII^e siècle, mais aussi un exposé des théories d'Aristote et des Aristoteliens (Césalpin, Harvey, Glisson, Reid), de la théorie mécaniste (Descartes, Borelli, etc.). Leibniz et le vitalisme sont traités ensuite.

L'auteur étudie avec beaucoup de soin les théories de Cuvier, de Geoffroy et de la « Naturphilosophie » allemande; les deux derniers chapitres sont consacrés à Erasme Darwin et à Lamarck.

Sur la théorie épigénétique d'Aristote M. Radl s'exprime comme suit: « Cette théorie épigénétique est intimement liée à la théorie de connaissance d'Aristote. D'après les théories modernes l'homme arrive à une idée générale en apprenant des phénomènes isolés, la notion générale se faisant par abstraction, la notion suit les représentations isolées; de même on suppose dans l'embryologie (et dans la phylogénie) que les éléments sont ou étaient avant, la chose complexe s'est formée ensuite. D'après Aristote les choses se passent par voie inverse: le général existe avant, le particulier suit, dans la théorie de connaissance ainsi que dans l'embryologie; l'enfant appelle d'abord chaque homme papa, chaque femme maman; ce n'est qu'après qu'il distingue des individus; de même l'œuf est quelque chose de général qui donne naissance au particulier » (p. 21).

Aristote fait attention, surtout sous l'influence de l'étude des

organismes, aux différences qualitatives des phénomènes; Kepler et Galilée, qui veulent tout expliquer mathématiquement, cherchent surtout les différences quantitatives. Galilée croit que nos connaissances nous donnent satisfaction en tant que nous pouvons mesurer les phénomènes; les qualités, l'essence des choses nous restent inconnaisables.

Le point de vue mécanique est introduit dans la biologie par Descartes, celui-ci considère l'organisme comme une machine. Nous ne pouvons pas entrer ici dans les détails de sa théorie. Rappelons seulement un passage de son *Discours de la méthode*, cité par M. Radl, et où Descartes apparaît comme un précurseur de la tendance évolutionniste: « Toutefois je ne voulais pas inférer de toutes ces choses que ce monde ait été créé en la façon que je proposais, car il est bien plus vraisemblable que, dès le commencement, Dieu l'a rendu tel qu'il devait être. Mais il est certain et c'est une opinion communément reçue entre les théologiens que l'action par laquelle maintenant il le conserve est toute la même par laquelle il l'a créé: de façon qu'encore qu'il ne lui aurait point donné au commencement d'autre forme que celle du chaos, pourvu qu'ayant établi les lois de la nature il lui prêtât son concours pour agir ainsi qu'elle a de coutume, on peut croire sans faire tort au miracle de la création que par cela seul toutes les choses qui sont purement matérielles auraient pu avec le temps s'y rendre telles que nous les voyons à présent et leur nature est bien plus aisée à concevoir lorsqu'on ou les voit naître peu à peu en cette sorte que lorsqu'on ne les considère comme toutes faites » (*Discours de la méthode*, 5^{ème} partie).

Chez Leibniz l'élément aristotélien de sa philosophie est biologique, l'élément cartésien est mathématique et physique. Les phénomènes vitaux ont lieu d'après des lois mécaniques, mais Leibniz croit que Descartes n'a pas raison, quand il dit que le corps animal ou humain est analogue à une machine. Les corps vivants se distinguent des machines en ceci que chaque partie du corps vivant constitue de nouveau une petite machine; mais les corps vivants restent pour Leibniz des machines, ils ne sont pas des organismes. Dieu commande la nature, comme un ingénieur dirige une machine. Le point de vue mécanique de Leibniz s'accroît surtout dans sa polémique avec Stahl.

Il y a encore intérêt à citer ses idées sur le développement: la conception moderne attribue un rôle important aux facteurs extérieurs; d'après Leibniz ce ne sont que les forces intérieures qui influencent le développement. Tandis qu'actuellement on suppose que le développement apporte quelque chose de nouveau, pour Leibniz le développement n'était qu'une différenciation. L'idée d'un développement historique ne se trouve chez lui que sous une forme

rudimentaire. Son développement est surtout un développement logique, pas une suite réelle de faits.

Nous passons à l'analyse du 2^{ème} volume sans nous arrêter aux autres théories du 1^{er} volume; celles-ci se trouvent récapitulées sous une forme abrégée dans le 2^{ème} volume qui commence par la controverse entre Cuvier et Lamarck et peut être lu sans avoir connaissance du 1^{er} volume.

Cuvier a été le premier parmi les auteurs modernes qui exprime clairement l'idée que l'organisme présente une totalité complexe, dans laquelle les organes et les fonctions se trouvent en harmonie; ainsi que dans un triangle les angles et les longueurs sont liés de telle manière que d'après quelques grandeurs connues on peut calculer les grandeurs inconnues, de même les organes et les fonctions sont liés de telle manière que de la connaissance des uns on peut déduire le rôle des autres. Le corps vivant est construit d'après un plan, la morphologie doit s'occuper de ces plans; de même que dans l'architecture on peut classer les constructions d'après les styles, on distingue aussi chez les animaux quatre grands embranchements: les vertébrés, les mollusques, les articulés et les radiaires.

M. Radl dit qu'on a exagéré l'opposition entre Lamarck et Cuvier; la théorie de Cuvier elle aussi conduit à une phylogénie; une lettre d'Ampère peut être citée comme preuve: « Vois-tu les pléothériums, les anoplothériums remplacés par les hommes? J'espère, moi, qu'à la suite d'un nouveau cataclysme les hommes, à leur tour, seront remplacés par des créatures plus parfaites, plus nobles, plus sincèrement dévouées à la vérité. Je donnerai la moitié de ma vie pour avoir la certitude que cette transformation arrivera. Eh bien! le croiras-tu? il y a des gens assez stupides pour me demander ce que je gagnerais à cela! N'ai-je pas cent fois raison d'être indigné? » (Petit de Juleville, *Histoire de la langue et de la littérature française*, vol. VIII, pag. 653).

Nous passons les autres détails sur les controverses entre Cuvier et Lamarck et Cuvier et Geoffroy-St. Hilaire.

On peut considérer comme l'idéal de la science d'embrasser la vie par un mot: ce mot devrait exprimer toutes les particularités de la vie, nous donner une idée du corps, de ses fonctions, de l'âme, du développement. De même que la définition du cercle nous donne toutes ses propriétés, la définition de la vie nous devrait montrer toutes ses propriétés.

En recherchant une telle définition on a pensé, au début du XIX^e siècle, que par l'étude de la structure anatomique et morphologique des corps vivants on peut arriver à une définition adéquate de la vie; c'est la morphologie idéaliste que l'on oppose habituellement à la morphologie évolutionniste. La morphologie idéaliste introduite par Cuvier, Geoffroy-St.-Hilaire, De Candolle, a eu un

grand succès dans la période pre-darwinienne; Agassiz représente aussi cette direction, mais il ne se contente pas de l'étude morphologique; un système naturel doit d'après lui s'appuyer aussi sur l'embryologie, la paléontologie, la physiologie et la géographie des formes vivantes.

Gradation, passage, développement, perfectionnement — telles étaient les notions courantes du commencement du XIX^{ème} siècle; le terme perfectionnement n'avait pas encore le sens qu'il a à présent: le développement, la gradation ont été conçus dans l'idée, mais peu à peu le point de vue métaphysique se transforme en un point de vue naturaliste; c'est ainsi qu'apparaît le point de vue génétique, enveloppé d'abord dans la tendance dynamique qui explique le devenir. La tendance morphologique voit dans la forme quelque chose d'absolu, la tendance dynamique l'explique par des forces. Goethe et Kiemeier représentent le passage à la tendance dynamique, Blainville, Bronn et Milne-Edwards interprètent ce point de vue plus clairement.

Nous sommes arrivés à la direction qui a dominé les sciences biologiques pendant la 2^{ème} moitié du siècle dernier; le darwinisme, son influence sur toutes les sciences, ses critiques prennent la plus grande place dans ce volume; nous ne pouvons pas analyser cette partie de l'ouvrage de Radl dans ses détails, citons seulement quelques lignes: « Le darwinisme, comme une doctrine qui s'impose nécessairement et qui a voulu commander son point de vue à l'humanité, est mort, mais il continuera à exister, comme une construction cyclopéenne d'idées créée par des penseurs profonds qui ont voulu accomplir une œuvre que l'on doit placer parmi les grandes œuvres de l'humanité, et la postérité le placera parmi les théories les plus importantes du passé susceptibles de servir à forger de nouveaux systèmes ».

Nous passons aux considérations théoriques sur la science et sur l'histoire de la science.

On dit que le but de la science est de chercher la vérité; il existe sans doute une aspiration idéale vers la vérité, elle se rencontre plus souvent que l'on ne le croit, mais le mot vérité n'a pas toujours le même sens déterminé, on ne dira pas que c'est vers la vérité logique que nous aspirons; l'histoire nous montre que la vérité, comme la négation de l'erreur, n'a pas une grande influence: dès le début on a dit tout ce que l'on pouvait dire contre les idées de Darwin, de même contre Hückel; la critique cependant était sans succès; les fondateurs du darwinisme ont eu une influence non parce qu'ils ont apporté des vérités meilleures que celles de leurs prédécesseurs, mais parce qu'ils ont combattu pour des idées nouvelles, pour des réalités nouvelles. C'est une réalité, un fait frais qui attire le savant, une théorie nouvelle intéresse le savant comme

une pensée qui représente quelque chose de réel. Les théories elles aussi croissent comme des rameaux verts sur l'arbre d'or de la vie, elles deviennent grises et arides quand elles n'ont plus la fraîcheur des réalités actuelles, quand elles sont devenues des vérités logiques. L'historien doit étudier les idées réelles qui guident le savant, qui le forcent à poser certains problèmes, à accepter certaines théories et à rejeter les autres.

Nous n'avons pas épuisé tout ce qu'il y a d'intéressant dans l'ouvrage de Radl. Les diverses théories sont exposées d'une manière objective, mais l'auteur ne cache pas son point de vue personnel, on ne sera pas d'accord sur tous les points avec la critique de M. Radl, mais on lira toujours avec intérêt ses opinions personnelles; l'ouvrage attire surtout par la sincérité, l'aspiration vers la vérité dont l'auteur parle. Tous ceux qui portent un intérêt pour les problèmes de la théorie biologique sauront gré à M. Radl d'avoir écrit ce livre.

Paris.

G. SELIBER

G. SERGI - *Le origini umane (Les origines humaines)*. Un vol. in-8 (n. 218 della *Piccola Biblioteca di scienze moderne*), di xi-202 pagine. Fratelli Bocca, ed., Torino, 1913.

M. Sergi étudie dans ce volume le problème de nos origines (problème difficile s'il en fut) à la lumière des concepts du polygénisme qui, comparés à ceux du monogénisme que nous trouvons déjà dans les Saintes Écritures, sont d'origine relativement récente; pas tout à fait récente toutefois, puisque Paracelse les avait déjà professés avec cette audacieuse intuition qui caractérisait son génie.

Mais comme les théories du polygénisme et du monogénisme humains ont, de même que les théories correspondantes dans leur application au règne animal, subi des modifications et des retouches, il ne sera pas inutile d'indiquer quels en sont les concepts actuels.

D'après les monogénistes, toutes les races humaines appartiendraient à une espèce unique (*Homo sapiens*) et proviendraient d'un centre anthropogénique unique, c'est-à-dire d'un *phylum* unique, ainsi que Haeckel l'avait montré dans son schéma monophylétique; tandis que les polygénistes admettent un genre (*Homo*) renfermant plusieurs espèces nées indépendamment les unes des autres, c'est-à-dire plusieurs *phylum*.

L'expression la plus avancée de cette conception est représentée par le schéma polyphylétique du professeur Sergi. S'en tenant en effet à la distinction entre les différentes espèces humaines dans le

sens indiqué par le polygénisme, il admet qu'elles sont séparées les unes des autres par des lacunes telles qu'on peut les considérer comme appartenant, non à un seul genre, mais à plusieurs qui, à leur tour, se sont formés non seulement indépendamment les uns des autres, mais encore dans différents centres anthropogéniques (*polyphylétisme*).

Pour défendre sa thèse du polygénisme et du polyphylétisme humain, M. Sergi insiste d'abord sur l'opportunité qu'il y aurait à soumettre à une investigation critique tout le groupe des Primates (éteints et vivants) et à rechercher les conditions géologiques et paléogéographiques de leur aire de distribution, tout cela dans le but de s'assurer principalement s'il existe, dans l'évolution des Lémuriens, des Cathariniens, des Simidiens et des Hominidiens, cette continuité sérielle qu'on a l'habitude d'établir entre ces groupes.

Il résulte des recherches de l'auteur que les relations géographiques ont fait défaut pendant l'Eocène et l'Oligocène entre l'Amérique du Nord et l'Eurasie; aussi, en l'absence de connexions terrestres pendant ces périodes géologiques, l'immigration d'un continent dans l'autre n'a-t-elle pas pu s'effectuer. L'auteur en conclut que ces Primates éocènes ont eu une origine indépendante de celle des mammifères primitifs du type archaïque qui se trouvaient déjà dans ces continents.

L'auteur admet, en outre, que les Lémuroïdes éocènes américains, réduits aujourd'hui à deux familles, celle des Noctarictides et celle des Anaptomorphides, forment deux branches parallèles, à l'instar des Adapides et des Nérolémurides d'Europe.

Et comme les Lémuroïdes de l'Amérique du Nord n'ont pas laissé de descendance, les Adapides d'Europe ne peuvent être considérés comme progéniteurs des Cathariniens qui apparaissent vers la fin du Miocène et dans le Pliocène.

C'est en Afrique seulement que deux formes de Cathariniens apparaissent dans l'Oligocène de l'Égypte; ce sont les *Parapithecus* et le *Moeripithecus*, contemporains des Simidiens africains éteints, représentés par le *Propithecus*. En Europe, les Simidiens apparaissent entre le Miocène et le Pliocène, en Asie dans le Pliocène, et le *Pithecanthropus* dans le Pléistocène.

Dans ces apparitions des formes de Cathariniens et des Simidiens, l'auteur trouve le polyphylétisme, comme Osborn et Déperet l'ont trouvé dans les Hippoïdiens, les Titanoteridiens, les Caméliidiens, les Proboscidiens, etc.; et même dans les Invertébrés il voit un phénomène général en opposition avec le monophylétisme de Haeckel et autres, jusqu'ici admis et accepté. M. Sergi retrouve en outre ce polyphylétisme dans les familles des Simiens vivants du Vieux Monde. Quant à l'Amérique du Sud, qui est restée séparée pendant de nombreuses périodes géologiques non seulement des

autres parties du monde, mais encore, jusqu'au Pliocène, de l'Amérique du Nord, M. Sergi trouve qu'il y existe, non de vrais Lémuroïdes, mais des formes voisines et des Platyrrhiniens qui, ainsi que l'admettent Lydekker lui-même et quelques autres paléontologistes, auraient une origine indépendante de celle des Cathariniens. C'est ainsi que cette région du monde aurait produit des formes animales différentes (plus spécialement des Ongulées) et telles qu'il est impossible de les classer avec celles du Vieux Monde et de l'Amérique du Nord. Tout cela fournirait la démonstration d'un polyphylétisme polygénique lequel, d'après M. Sergi, serait ici plus évident que partout ailleurs.

Appliquant ces concepts généraux à l'étude des origines de l'Homme, M. Sergi prétend qu'il existe en Europe deux branches humaines fossiles: une branche Pithécoïde, représentée par le type néanderthalien, et des formes modernes représentées dans le Quaternaire par les restes de Galley-Hill, d'Egisheim, de Grenelle, etc., et par la dernière découverte du squelette d'Ipswich (Angleterre) qui appartiendrait à la même période que le crâne de Galley-Hill. M. Sergi raconte en outre la découverte de Castenodolo qu'il affirme authentique et datant du pliocène. C'est ainsi que se trouverait confirmé, d'après M. Sergi, le polyphylétisme humain en Europe, parce que, dit-il, on ne peut admettre que le type aux caractères modernes descende du type Pithécoïde lequel se serait éteint sans laisser de descendance.

Les autres branches humaines seraient, d'après M. Sergi: une asiatique, bien qu'aucun fossile ne l'ait encore révélée, et deux originaires de l'Amérique du Sud; de ces deux dernières, une est encore vivante et présente les caractères modernes du type américain, l'autre se serait éteinte.

Les cinq branches humaines, déjà admises par le même auteur dans un ouvrage antérieur (*L'Uomo*, Bocca, Torino, 1911) seraient: la néanderthaloïde (*Palaeanthropus*), la branche de forme moderne, ayant émigré de l'Afrique (*Notanthropus*), la branche asiatique (*Heoanthropus*), la branche américaine éteinte (*Archaeanthropus*), et enfin la branche de forme moderne qui a donné les variétés vivantes de l'Amérique (*Hesperanthropus*).

Après avoir exposé tout cela, M. Sergi est pris de doute et se demande s'il existe vraiment un rapport de dépendance entre les Lémuroïdes et les Hominides, en passant par les Cathariniens et les Simidiens; et il admet seulement, du moins quant à présent, un lien morphologique pour le groupe des Primates tout entier, lequel lien n'impliquerait pas nécessairement leur descendance de formes plus basses. M. Sergi confirme en outre sa classification, qu'il a déjà exposée avec beaucoup de détails dans d'autres ouvrages, et il ajoute un chapitre sur les variations du crâne humain.

Telle est, brièvement résumée, la théorie polyphylétique et polygénique de M. Sergi. Bien que, dans ses lignes générales, elle puisse sembler (et c'est ce qu'elle me semble à moi) plus plausible que la théorie opposée du monogénisme, elle ne peut être acceptée, du moins quant à présent, sans quelques réserves et précautions qu'imposent l'importance et la difficulté du problème. Et cela pour des raisons aussi multiples que variées: incertitude qui préside à la systématisation des Primates; incertitude des données relatives au synchronisme et à l'homotaxie des terrains géologiques géographiquement distants, comme le sont les continents d'Europe et d'Amérique; insuffisance des fossiles humains qu'on possède et, plus encore, les contestations qui existent au sujet de quelques-uns d'entre eux, comme par exemple, ceux de Galley-Hill, de Grenelle et de Castenodolo, sur lesquels on fera bien, avant de se prononcer, d'attendre des données plus certaines.

Mais malgré ces défauts que nous venons d'énumérer et d'autres que nous passons sous silence et qu'une hostilité acrimonieuse pourra, hélas! mettre en évidence avec plus ou moins d'exactitude, nous devons dire que l'ouvrage de M. Sergi, dont nous avons eu le plaisir de donner un bref résumé, développe d'une façon ingénieuse une théorie que nous acceptons dans ses lignes générales et que nous croyons appelée, après qu'elle aura subi les retouches et les modifications que le temps ne manquera certainement pas de suggérer, à une vie longue et heureuse.

Souhaitons qu'elle rencontre dès à présent cette critique sereine qui est un des stimulants les plus féconds du progrès scientifique.

Bologna, Istituto di antropologia.

FABIO FRASSETTO

W. K. MOOREHEAD - *The stone age in North-America (L'âge de la pierre dans l'Amérique du Nord)*. Deux volumes in-8, de 457 et 417 pages, avec de nombreuses illustrations. Constable & Co., publish., London, 1911.

Cet ouvrage est principalement une monographie technologique; c'est une description et une classification des types d'outils découverts dans l'Amérique du Nord et appartenant à la civilisation dite de l'âge de pierre: la plupart sont des objets de pierre taillée et de pierre polie; on a découvert pourtant aussi de nombreux objets en ivoire et en cuivre, et des poteries aux formes déjà très diverses. Malgré le caractère spécial de cet ouvrage, le sociologue et l'historien de l'art pourront y trouver des documents ayant une portée assez générale. Un grand nombre des objets découverts

avaient certainement une destination religieuse; ainsi se confirme le caractère très primitif de la religion, démontré déjà par les recherches sur la préhistoire de l'Europe. La même constatation apparaît en ce qui concerne les arts graphiques et plastiques; les plus primitives de ces populations avaient un art ornemental déjà assez riche; elles nous ont laissé des dessins et des sculptures en grand nombre. Cet art ornemental est principalement géométrique, et à ce point de vue déjà il est assez varié dans ses moyens; outre la ligne droite et le cercle, il connaît la spirale, et sait utiliser heureusement le parallélisme des lignes; on y rencontre même des représentations tout à fait analogues au *swastika* hindou ou croix gammée que l'on retrouve dans toute l'Europe préhistorique. Mais cet art savait aussi traduire la vie; il nous a laissé des images d'animaux et des figures humaines où sans doute le mouvement fait défaut, et qui ne sont, par rapport à la réalité, que des schémas tout-à-fait abstraits et grossièrement simplifiés, mais qui manifestent du moins un effort pour saisir et pour rendre les traits essentiels de l'objet, dégagés de la multiplicité des détails accessoires. On peut voir là, dès les origines de l'humanité, un essai timide d'art réaliste et naturaliste, une première tentative d'exprimer et de fixer les formes vivantes. L'art plastique apparaît ainsi comme n'étant pas le privilège des civilisations déjà avancées; il est déjà, dans les sociétés les plus grossières, quelque chose d'essentiel. Loin que le goût de la beauté et le sentiment de la vie soit une acquisition tardive de l'espèce humaine, il semble être chez elle un besoin fondamental et permanent: on le voit naître avec l'homme même.

Cairo, Khedivial School of Law.

RENÉ MAUNIER

- A. MEILLET - *Les dialectes indoeuropéens*. Un vol. in-8, de 138 pages. H. Champion, éd., Paris, 1908. — Du même auteur, *Introduction à l'étude comparative des langues indoeuropéennes*, 3^{ème} édition. Un vol. in-8, de xxvi-497 pages. Hachette et C.^{ie}, éd., Paris, 1912. — Du même auteur, *Aperçu d'une histoire de la langue grecque*. Un vol. in-16, de xvi-366 pages. Hachette et C.^{ie}, éd., Paris, 1913.
- R. GAUTHIOT - *La fin de mot en indoeuropéen*. Un vol. in-8, de 146 pages. P. Geuthner, éd., Paris, 1913.
- A. DAUZAT - *La philosophie du langage*. Un vol. in-16, de 325 pages. Ernest Flammarion, éd., Paris, 1912.

1. L'attitude de M. Meillet, comme linguiste, est des plus nettes; cantonné par la nature des matériaux qu'il exploite dans l'étude des langues indoeuropéennes, il poursuit en fait, par elles et à travers elles, l'établissement d'une linguistique générale.

Très claire déjà dès les premiers livres de l'auteur (*Recherches sur l'emploi du génitif accusatif en vieux slave*, 1897; *Esquisse d'une grammaire comparée de l'arménien classique*, 1903; *Étude sur l'étymologie et le vocabulaire du vieux slave*, 1902-1905), cette tendance s'est particulièrement marquée dans l'*Introduction à l'étude comparative des langues indoeuropéennes*, 1903 (3^{ème} édition, 1912), et les *Dialectes indoeuropéens*, 1908 (développement d'un chapitre de l'*Introduction*).

2. L'*Introduction*, qui fut dès le début classique, est tout le contraire d'un traité de grammaire comparée: dans la mesure, très large pour le domaine indoeuropéen, où la science est faite, ce livre en ordonne les résultats sous forme d'un tableau d'ensemble, ne retenant que les éléments communs aux diverses langues du groupe: le but est donc de caractériser une famille linguistique et, par là, de préciser cette notion même. Si les langues indoeuropéennes ont servi à cette tentative plutôt que n'importe quelle autre famille, ce n'est pas qu'elles aient, à cet égard, une valeur de principe plus grande, mais, simplement, une valeur de fait, parce qu'elles sont et les mieux étudiées et les mieux étudiables.

La « famille linguistique » est et n'est qu'un fait historique: elle se définit — ou, pour mieux dire, elle se reconnaît — par des concordances régulières et des systèmes de concordances entre des langues et des groupes de langues données, ce qui atteste leur parenté et permet de dégager, entre ces langues ou groupes, des rapports généalogiques. L'unité fondamentale des systèmes de concordances est, en même temps, ce qui fait l'unité de la famille ainsi définie: elle implique, pour toutes les langues qui en font partie, une origine première commune. Pour certains groupes, cette « langue mère », ou « commune », est directement attestée: ainsi du latin, langue mère de l'espagnol, du français, de l'italien. Mais elle peut avoir complètement disparu: elle apparaît alors comme une sorte de « lieu » linguistique, d'une nature et d'une certitude tout à fait comparables à celles d'un lieu géométrique. C'est le cas pour la langue mère des langues indoeuropéennes: pas une ligne, pas un mot n'ont été conservés de l'« indoeuropéen commun ».

Connue comme lieu, une langue ainsi disparue ne peut pas être connue comme contenu: on ne peut pas la reconstituer, ou, comme disent les linguistes, la « restituer »: on ne saurait écrire ni une ligne ni un mot en indoeuropéen commun. Cependant une telle langue peut jusqu'à un certain point être connue dans son mécanisme: la structure de la phrase, le rôle qu'y jouent les mots, les flexions de ceux-ci, conjugaison et déclinaison, peuvent être déterminés. Enfin, quoique les mots échappent à la restitution, il est possible, par la comparaison des vocabulaires qui sont issus de cette langue commune, d'arriver à la connaissance de certaines idées qu'elle servait à exprimer et, par là, à celle de la civilisation dont elle était l'ins-

trument. Ces renseignements ne sont pas très nombreux, mais ils sont appréciables: ainsi pour l'indoeuropéen, ils portent sur l'organisation sociale (termes de parenté), la vie religieuse, la faune et la flore, diverses techniques, la numération, etc....

On aurait tort d'ailleurs de céder à la tendance logique qui ferait attribuer une parfaite unité à une langue mère commune. En réalité (*Les Dialectes indoeuropéens*), la grammaire comparée montre, dans l'indoeuropéen même, l'existence de grands groupes dialectaux. Et si, d'ailleurs, on tente d'exprimer par un schéma les rapports de ces dialectes originels, ce schéma coïncide avec la carte géographique des langues indoeuropéennes attestées. La famille linguistique ne s'est donc pas formée par une série de dislocations brusques se produisant dans un milieu très limité, mais par la transformation de parlers déjà différenciés et employés sur un territoire d'une certaine étendue.

3. *L'Aperçu d'une histoire de la langue grecque* est encore de la linguistique générale. Mais l'auteur, cette fois, se place au point de vue dynamique: une langue étant donnée, il s'agit de déterminer les causes de ses variations; en particulier, puisque le langage est un fait social, il faut chercher comment et dans quelle mesure il est affecté par les conditions sociales. Le choix du grec s'imposait pour diverses raisons: c'est la langue qui, depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, a présenté le plus long développement historique; elle n'a subi aucune évolution assez profonde pour qu'une partie de cette histoire soit tombée au rang de langue morte; elle offre une suite ininterrompue de documents nombreux; à travers une histoire très étudiée, elle a servi à des usages très variés.

L'unité du grec, y compris les variations de cette unité — depuis la concentration extrême jusqu'à un relâchement voisin de la dissolution — se lie directement à celle de la civilisation grecque. Si le grec n'est pas devenu langue morte, c'est que, même aux plus mauvais jours de l'histoire, alors que les Grecs, dans la décadence de l'Empire Byzantin, en étaient venus à se qualifier de *Ῥωμαῖος*, l'hellénisme n'a jamais perdu complètement conscience de lui-même. Tantôt émietté en une foule de parlers locaux, tantôt unifié et formant une « langue commune » à travers toute l'étendue du monde grec, le langage, dans ses fluctuations, a réfléchi fidèlement toutes celles qui marquaient la concentration ou la dispersion, politique, économique, artistique, littéraire, de ce même monde. M. Meillet montre surtout admirablement — et c'est là l'essentiel de son ouvrage — comment, par l'action convergente de divers facteurs sociaux, on est passé des dialectes distincts qu'on saisit à l'origine des documents à une *κοινή*, ou langue commune.

La formation des dialectes est un fait préhistorique. Leur étude comparée permet cependant de conclure qu'ils sont tous sortis d'une

langue mère commune: comme l'indoeuropéen, ce « grec commun » n'est qu'une « pure abstraction » et n'est pas connu directement. Tel qu'il apparaît à travers les dialectes, il constituait parmi les groupes indoeuropéens divers, à proximité des groupes italo-celtique et arménien, un système déjà autonome, bien établi, et tel que, sans modifications essentielles, il s'est transmis à travers toute l'époque classique. Mais, au début de l'histoire grecque, vers le VI^e siècle, la période d'une unité préhistorique n'était même plus un souvenir.

Autant de textes alors, autant de grecs ou peu s'en faut. Chaque cité, chaque région, chaque genre littéraire, et presque chaque auteur, ont alors leur parler propre, ressortissant à quelques grands groupes dialectaux, mais tous étrangement emmêlés les uns aux autres. On se comprenait encore d'un groupe à l'autre et on avait encore, sans doute, le sentiment de parler au fond une même langue, mais « s'il n'y avait eu réaction et si chaque parler avait continué à se développer d'une manière autonome, les Grecs du VII^e siècle et du VI^e siècle avant J.-C. allaient à une différenciation linguistique profonde: ils étaient à la veille du moment où ils ne se seraient plus entendus entre eux... ». Il est vrai qu'à cette tendance s'en opposait une contraire, allant vers l'unification, et due aux nécessités d'un vaste commerce maritime, au développement de grandes villes, bref à l'existence d'une civilisation. Si c'est en définitive cette tendance dernière qui l'a emporté, divers facteurs y ont contribué.

L'un des plus importants a été l'action des « langues littéraires ».

Comme toutes les « langues spéciales » (qui sont toutes celles qui se définissent autrement que par la localité de leur emploi: langues religieuses, langues de métiers ou même d'occupations parfois temporaires, comme la pêche, la chasse, etc...), dont elles sont « le type sans doute le plus important à l'époque historique », les langues littéraires se caractérisent surtout par le vocabulaire, différenciant du parler ordinaire et jusqu'à un certain point autonome. Archaïsantes et échappant, en partie au moins, aux changements qui atteignent celui-ci, elles ont aussi une structure plus compliquée, et, avec une « sorte de raideur », plus de régularité. D'origines diverses, souvent issues de langues religieuses, dues parfois, au moins au début, à des corporations de lettrés, elles restent fixes pendant de longues périodes de temps. Relativement stables, elles ont une certaine action conservatrice sur le langage, action qu'il ne faut d'ailleurs pas exagérer, et qui, tout en troublant à beaucoup d'égards l'évolution de la langue courante, ni ne l'arrête, ni même ne la ralentit beaucoup. Elles s'internationalisent aisément.

Ainsi celles du monde hellénique, quoique ayant toutes un ca-

ractère dialectal plus ou moins pur, n'ont cependant pas un caractère local, et s'adressent, non aux habitants d'une cité, mais à tout un groupe de cités et dans le fond à toute la Grèce: elles sont « une sorte de moyenne entre une série de parlers locaux ou le résultat de mélanges ».

Le texte homérique, par exemple, présente des formes empruntées à la fois à l'ionien et à l'éolien, mais il est bien moins une « transposition de textes éoliens en ionien » qu'une langue artificielle, ne correspondant à aucun idiome employé dans une cité quelconque (comme la langue des chansons de gestes françaises n'est pas un parler local, mais une sorte de « langue épique commune »). Cette poésie d'ailleurs n'a rien de populaire: « elle s'adresse à une aristocratie dont les relations dépassaient les limites de la cité et elle est l'œuvre d'une corporation qui la conserve et la récite, celle des aèdes, qui n'est pas propre à une cité ». De même, les langues des poètes lyriques, quoiqu'appartenant d'origine à des dialectes définis et présentant des degrés très différents dans l'artifice, sont cependant artificielles dans quelque mesure, et finissent par se répandre largement hors de leurs pays d'origine. Dans la tragédie enfin, aboutissement de tous les genres de la poésie grecque, c'est un attique fortement stylisé qui, en exagérant ces mêmes traits, devient langue artificielle commune et, sans le réaliser, tend à l'établissement d'une langue générale à tous les Hellènes.

La prose a les mêmes caractères et le même rôle, mais avec plus de netteté encore et d'importance: déjà, avant la prose attique, la prose ionienne constitue une véritable langue commune officielle pour les villes de l'Asie Mineure, et si, comme il est probable, il existe en même temps une langue courante commune à ces villes, on se trouve ainsi en présence d'une première et véritable κοινή, limitée il est vrai à un domaine du monde hellénique. Quand la civilisation, dont cette langue commune est l'expression, s'efface devant celle d'Athènes, l'attique remplace l'ionien et substitue sa prose à la sienne: non seulement la rhétorique, qui trouve sa forme à Athènes, mais toute la littérature, prenant pied sur le Continent, reçoivent leur langage de cette ville. En même temps que la prose littéraire se rapproche du parler courant, l'attique, jusque là inculte, se débarrasse de ses archaïsmes, et développe un vocabulaire abstrait capable de servir à tous les Hellènes. Bientôt la philosophie morale socratique, enseignée par conversations, créatrice du genre « dialogue », emploie uniquement la langue courante des milieux cultivés de l'époque: la prose attique est devenue, même pour les usages non philosophiques, la langue de la conversation et de la culture générale.

Cependant toutes ces langues communes littéraires, et même la prose attique, étaient en réalité bien plutôt superposées aux par-

lers locaux qu'elles ne les remplaçaient. Elles facilitaient l'établissement d'une langue parlée générale à tous les Hellènes, la *κοινή*, mais ne le déterminaient pas directement. L'action décisive revient à un certain nombre de faits historiques: la perte de l'indépendance des cités, l'existence d'une civilisation unique, sans conflits nationaux et sans frontières linguistiques intérieures. Conditions qui furent réalisées: 1. par l'empire achéménide et par la conquête perse; 2. par l'empire athénien (475-431); 3. par l'établissement de l'hégémonie macédonienne, achevant l'unité de la culture et faisant, pour la première fois, de l'hellénisme une civilisation vraiment continentale, sans aucun caractère local, et essentiellement urbaine.

Bien entendu, personne ne s'étant soucié de nous transmettre cette langue parlée, on n'a pas de témoignages absolument directs de la *κοινή* ainsi établie, mais un certain nombre de textes dus à des gens peu lettrés (traduction de l'*Ancien Testament*, lettres de particuliers) permettent de s'en faire une idée. « Langue de civilisation » et, comme toute langue parlée commune, infiniment variable, sans doute, dans l'espace et dans le temps, elle s'est constituée vers le temps où commence l'influence macédonienne et a duré pendant tout l'empire romain et jusque dans la période byzantine. Grammaticalement fixée, enseignée dans les écoles, transmise d'écrivain à écrivain, adoptée par une administration organisée et par des gouvernements centralisés, elle était comme une sorte de norme idéale et invariable, n'empêchant d'ailleurs ni la prononciation d'évoluer, ni des tendances nouvelles de se faire jour ou des formes anciennes de sortir peu à peu de l'usage parlé. Sa principale caractéristique est la banalisation, la simplification, l'unification du langage, marquées par l'élimination des archaïsmes, l'appauvrissement et l'uniformisation de la conjugaison et de la déclinaison.

4. Le langage, ou, du moins, l'état d'un langage donné à un moment donné, apparaît donc à M. Meillet comme une sorte de dépôt, de résidu social; son développement est complexe; des actions extérieures interviennent dans son évolution; il faut tenir compte, pour expliquer celle-ci, des situations historiques et des conditions sociales: « Comme l'a toujours indiqué M. Bréal, le langage n'a pas son principe de développement en lui-même. Son évolution est commandée *en grande partie* par des faits qui lui sont extérieurs ». Humboldt tenait que le langage est une *ἐπέγεια* et non un *ἐργον*: M. Meillet pose en somme la thèse inverse. Si l'on prenait tout à fait dans son sens plein la première phrase de la citation qui précède, le défaut de son livre serait même dans cette opposition trop symétrique. Mais c'est plutôt un défaut de forme que de fond: en admettant que l'évolution du langage ne soit qu'en *grande partie* (c'est moi qui ai souligné) commandée par des faits extérieurs, M. Meillet corrige son propre excès: évidem-

ment, l'état où se trouve historiquement arrivé un langage entre en composition avec les faits extérieurs pour déterminer son évolution, il a ainsi en lui-même *une partie* du principe de son développement, il est à la fois *ἔργον* et *ἐνέργεια*. Cette réserve faite, il reste qu'une tentative a été faite pour montrer en quoi le langage est un phénomène social conditionné, pour déterminer et mesurer quelques unes de ses conditions, et que cette tentative a pleinement réussi. Elle a notamment montré — comme le montrerait vraisemblablement l'étude, faite dans le même esprit, d'autres phénomènes sociaux (techniques, arts, littératures, religions, etc...) — qui apparaissent aussi à la fois comme des forces et comme des résidus, que les variations du langage sont sous la dépendance fondamentale de celles de la structure sociale, celle-ci apparaissant comme fait social primaire, condition première de tous les autres faits sociaux.

* *

5. Comme M. Meillet, M. Gauthiot poursuit l'établissement d'une linguistique générale. Aux lois « dites historiques » de la grammaire comparée (c'est-à-dire aux systèmes de concordances régulières entre diverses langues d'un même groupe), il oppose des « lois phonétiques générales » — lois dont l'action se marque sans doute diversement suivant l'état historique des langages observés, mais qui, en elles-mêmes, sont indépendantes de ces états. Cette conception a été exposée, ici même, par M. Meillet, avec assez de netteté pour qu'il n'y ait pas lieu d'y insister (*Linguistique historique et linguistique générale*: « Scientia », t. 4). C'est elle aussi qui est à la base d'un certain nombre de travaux de M. Grammont et de quelques autres linguistes, auxquels le travail de M. Gauthiot fait suite directe.

Selon lui, « parmi les tendances générales du langage, l'une des plus claires est celle qui entraîne les fins de mots vers des buts propres », évolutions particulières dont on ne peut rendre compte au moyen des règles applicables aux « phonèmes » de l'intérieur du mot, mais qui tiennent au fait que les finales sont « soumises à un régime spécial en tant que finales ».

Il n'y a pas de raison de principe pour étudier ce phénomène en indoeuropéen plutôt que dans une autre famille linguistique, mais une raison de fait: pour diverses causes, et surtout par suite de l'autonomie extrême du mot, qui est une caractéristique du système phonétique indoeuropéen, la fin des mots y apparaît avec une netteté et une clarté particulières; il est donc légitime de commencer l'étude par lui.

D'une façon générale, la fin du mot (défini comme la dernière tranche vocalique, plus les éléments consonnantiques ou semi-consonnantiques qui la suivent) est sujette à une altération différente et plus grave que celle qui peut se produire pour l'intérieur. Cette

altération se fait, naturellement, suivant le système phonétique de chaque langue et à des dates différentes suivant les langues, mais d'ailleurs de façon parallèle et, en réalité, au même moment de l'évolution de chaque langue, — dans une sorte de crise qui atteint les dialectes indoeuropéens à l'époque où ils perdent leurs caractères anciens. En plus de ce phénomène, général à l'ensemble de la tranche finale, les éléments de celle-ci, consonnes et voyelles, subissent également des traitements particuliers, différents de ceux que les mêmes éléments subissent à l'intérieur du mot, et que M. Gauthiot décrit longuement dans une suite de chapitres: ce sont encore, d'une façon générale, des altérations et des affaiblissements.

Dans la division des Universités, des travaux comme celui de M. Gauthiot ressortissent à ce qu'on appelle les « lettres », et, on le sait, il a été longtemps de règle que, dans ce genre de travail, on se piquât d'une élégance prétendue littéraire. C'était trop souvent aux dépens de la rigueur du fond: il est heureux qu'on préfère aujourd'hui écrire des « mémoires » plutôt que des « dissertations ». Il ne faudrait cependant pas exagérer. Puisque les « littéraires » se tournent vers les « scientifiques », ils peuvent voir que les meilleurs travaux de ceux-ci ne sont pas ceux qui ont un aspect de grimoire. Le livre de M. Gauthiot ressemble trop à un paquet de notes, qu'un laboratoire enverrait, ficelé, à un autre laboratoire. Parfaitement lisible pour des linguistes, il est presque parfaitement illisible pour tout autre que pour eux — et c'est d'autant plus dommage que, puisqu'il s'agit de linguistique générale, le sujet a bien quelque importance pour l'extérieur. Des plans mieux marqués, des résumés ordonnés et clairs de ci, de là, un peu plus d'air et, pour tout dire, un peu de « rhétorique », eussent été fort utiles. Pourquoi aussi donner tant d'abréviations non expliquées? Tout le monde doit-il savoir que M. S. L. veut dire *Mémoires de la Société de linguistique*? et que I. F... mais, ma foi, je n'ai pas pu traduire ces deux majuscules...

••

6. Après ces travaux de premier ordre, je ne crains pas de mentionner la *Philosophie du langage* de M. Dauzat (qui a déjà donné, antérieurement, une *Vie du langage*). Pourquoi « Philosophie »? La seule raison sans doute c'est que ce livre est paru dans une *Collection de philosophie scientifique*, qui contient d'ailleurs assez peu de philosophie (à moins qu'on ne prenne l'*Évolution souterraine* de M. E. A. Martel pour une sorte de *philosophie des cavernes*). Enfin, c'est un assez bon livre de vulgarisation, agréable à lire, qui indique grosso-modo quelques problèmes résolus et ne laisse guère prévoir qu'il puisse en rester de posés, — un livre instructif et reposant.

L'auteur, et ceci est typique de sa manière, y envisage la « question » de l'*espéranto*. Il est assez sceptique sur le succès futur de

cette langue, et c'est son droit, mais les raisons de son scepticisme sont inconsistantes. Elles se ramènent à dire qu'on « n'a jamais vu réussir de langues artificielles ». C'est bientôt dit. Il faudrait d'abord s'entendre sur ce qu'est une « langue artificielle » : dans un certain sens au moins, on a vu plus haut, par l'exemple des langues littéraires grecques, d'assez belles réussites de langues artificielles. Le fond de l'argument reste donc l'« appel à l'histoire ». Mais il est bien douteux que cet appel ait jamais rien prouvé — si ce n'est peut-être l'absence totale de sens historique chez qui y a recours. L'Histoire est le domaine de l'unique : elle ne présente que des faits singuliers, et par suite, en tant que tel, aucun fait du passé n'a la moindre valeur, annonciatrice ou récusatrice, d'un fait futur. Il est vrai que l'on peut envisager tous ces faits comme autant de phénomènes dont on peut chercher la loi, mais alors ce n'est pas la connaissance du fait, mais celle de la loi qui permet de prévoir, et la loi ne peut pas se tirer de la simple constatation des faits historiques, mais seulement de l'analyse sociologique. Quand on dit qu'aucune langue forgée n'a réussi, il faut (à supposer que ce soit là un fait établi) trouver en vertu de quoi, et, pour dire qu'aucune ne réussira, prouver que la condition qui a rendu impossible cette réussite est permanente. Je n'ai pas à résoudre la question de l'espéranto : j'observe seulement que la part de conscience et de volonté va croissant dans l'activité sociale, que l'homme maîtrise sans cesse davantage des productions d'abord toutes spontanées, et il ne me paraît pas impossible qu'il puisse étendre un jour ce même pouvoir jusque sur son langage.

Vincennes.

JEAN PAUL LAFITTE

ACHILLE LORIA - *Le basi economiche della costituzione sociale*. Quarta edizione riveduta e rinnovata (*Les bases économiques de la constitution sociale*. Quatrième édition revue et modifiée). Un vol. in-8 (n. XXXIX de la *Biblioteca di Scienze Sociali*), de XII-620 pages. F.lli Bocca, éd., Torino, 1913.

ARTURO LABRIOLA - *Il valore della scienza economica. Introduzione a una critica dell'economia politica* (*La valeur de la science économique. Introduction à une critique de l'économie politique*). Un vol. in-16 de xv-352 pages. Società Editrice Partenopea, Napoli, 1912.

Cet ouvrage de M. Loria, qui est peut-être le plus suggestif et le plus répandu dans la vaste production de l'éminent économiste, se présente au public sous un nouvel aspect et augmenté de volume. On sait que M. Loria y a donné le développement le plus complet à sa théorie dite du déterminisme économique, en mettant au service de sa thèse fondamentale, non seulement une singulière vigueur dialectique, mais encore une admirable richesse de docu-

mentation historique et de sources doctrinales. Le système de M. Loria a été l'objet de polémiques passionnées: des raisons tirées du désaccord scientifique et des préoccupations d'ordre social et politique ont été opposées à cette audacieuse tentative de montrer que les manifestations les plus apparentes et les plus élevées de la vie collective ne sont que la trame superficielle qui est tissée sur une chaîne représentée par le régime économique en vigueur. L'auteur n'a rien abandonné de ses convictions; mais en étendant ses recherches au delà du cercle des rapports capitalistes, il a été amené à élargir sa notion des institutions sociales: celles-ci ne lui apparaissent plus comme liées uniquement à la configuration capitaliste des rapports économiques, mais comme se rattachant à leur substance immanente, telle qu'elle a été mise en lumière dans la « Sintesi economica », indépendamment de la forme, différenciée ou égalitaire, que les relations elles-mêmes ont revêtue au cours des diverses phases de l'histoire. Depuis la publication de l'édition précédente, c'est-à-dire depuis dix ans, M. Loria a fait connaître ce qu'il se plaît à considérer comme son testament scientifique; et cela a rendu nécessaire une réélaboration de cet ouvrage qui se trouve mis au courant, non seulement des modifications qu'a subies la pensée de l'auteur, mais aussi de la littérature la plus récente et des augmentations continuelles d'une érudition incomparable et pourtant pas encore satisfaite d'elle-même. L'auteur y a ajouté un nouveau paragraphe relatif à la base économique du droit international, et un bref appendice sur la précedence des recettes par rapport aux dépenses publiques. Mais on peut dire que cette nouvelle édition ne renferme pas une page où la comparaison avec la troisième édition ne révèle les traces d'un travail de lime assidu et d'un effort constant de rendre plus nettes, plus efficaces, plus appropriées les expressions de la pensée, plus rigoureux l'arrangement des matières, plus éloquente l'argumentation. Ce n'est pas ici le lieu de résumer la doctrine du professeur de Turin et de la soumettre à une discussion critique approfondie; on trouve dans son ouvrage toutes les qualités et tous les défauts d'une construction dominée par un esprit de système prononcé et conduite à un point de vue résolument unilatéral. Mais tandis que les défauts sont peu graves, ne serait-ce que parce qu'ils se manifestent, dans toute leur évidence, devant les yeux du lecteur, on doit considérer comme salutaire et profond l'intérêt que suscite cette vision panoramique de l'histoire et de la vie sociale, envisagées à travers la lentille de l'économiste: beaucoup de préjugés tombent, de nombreux rapports insoupçonnés sont mis en lumière, au point que le lecteur, alors même qu'il ne reste pas convaincu, s'en trouve impressionné. On ne peut contester la valeur de l'imposant appareil de faits réunis et éclairés par M. Loria, alors même qu'on croit ces faits suscep-

tibles en partie d'une interprétation différente et qu'on estime que d'autres faits peuvent être groupés, dont la doctrine du déterminisme économique ne saurait rendre compte en aucune façon.



La critique de la connaissance de l'Économie Politique, tel est le problème que M. Arturo Labriola veut poser, plutôt que résoudre, dans son dernier ouvrage. L'Économie Politique, telle qu'elle est allée se constituant de Quesnay à Ricardo, doit être conçue comme une théorie des lois qui régissent la société capitaliste et la grande industrie, comme une représentation objective des lois qui président à la production des richesses dans une phase historique déterminée de la société. Or, à côté de cette théorie il s'en est constitué une autre, représentée par le double courant, hédoniste et mathématique : une théorie, dis-je, de calcul économique considéré comme le produit d'une conscience individuelle qui, *en toutes sortes d'actions extérieures* ayant pour but la satisfaction de la vie, matérielle ou idéale, se conduirait d'après un principe de raison et de convenance personnelles. Quelles sont les limites de la *validité relative* de ces deux sciences distinctes ?

M. Labriola définit la question posée en examinant *Les problèmes préliminaires de l'Économie* (Première Partie) et principalement les idées économiques fondamentales : l'idée économique est une relation sociale entre hommes qui se ressemblent par quelque élément social de leur conduite et diffèrent par tous les autres. Son contenu est la chose, conçue comme objet, non de l'expérience individuelle d'un homme, mais de l'expérience sociale des hommes. L'idée économique est une idée de mesure, et la mesure économique est tirée du côté commun des actes sociaux ; mais ce qui est commun, n'est pas pour cela constant, et avec la variation des aspects communs la mesure des actes doit varier aussi. Partant la tâche des économistes consiste à mettre en évidence, non pas ce qu'il y a d'individuel et d'irréductible dans les actes sociaux, mais le contenu de la conscience économique de l'homme commun, à cultiver, non la Science de l'Individuel dans la Société, mais celle du Social dans l'Individu.

Le livre de M. Labriola n'est pas de ceux qui se laissent résumer en quelques notes rapides, et celui qui ne peut le soumettre à une analyse approfondie doit se borner à l'annoncer. C'est un livre éminemment polémique, dont le ton excessif vient parfois troubler le recueillement du lecteur et qui ne manquera pas de soulever de chaudes discussions. Mais celui-là même qui ne souscrit pas à toutes les thèses de l'auteur, ne pourra se soustraire à leur puissante suggestion.

La genèse psycho-sociale des catégories économiques, la relativité des doctrines à l'égard du sol historique qui les féconde, l'insertion de l'économie individuelle dans l'économie sociale, la séparation entre l'économie d'un côté, la technique et la psychologie de l'autre, ses rapports avec la morale et le droit, l'interprétation de l'évolution économique à la lumière de la doctrine bergsonienne et de l'histoire doctrinale de l'économie, envisagée comme un rythme d'automatisme et de liberté et, dans la deuxième partie (*Les théories du capitalisme*), la reconstruction du développement de l'économie politique, continu de Quesnay à Ricardo, dévié par la suite, à cause de la fermentation des germes que le benthamisme avait déposés dans le ricardisme, la critique corrosive de l'économie considérée comme une logique de l'utilité et comme une application des mathématiques, le caractère apologétique et partial des prétendues écoles pures d'économie, l'apparition de la nouvelle Économie, qui est le socialisme, sur les ruines des prémisses doctrinales de la science économique, — telles sont les questions que discute M. Labriola, avec une savante éloquence et une dialectique stimulante, si non toujours convaincante.

Si je voulais résumer son programme en deux mots, je dirais qu'il cherche à la fois à rétrécir et à élargir l'Économie: à la rétrécir, en l'empêchant de rester, pour vouloir trop embrasser, dépourvue d'un objet à elle; à l'élargir, en la détournant de l'individualisme étroit, pour la ramener aux expériences toujours nouvelles de la vie historique vécue.

Ferrara.

LUDOVICO LIMENTANI

- C. COLSON - *Organisme économique et désordre social*. Un vol. in-18 (de la *Bibliothèque de philosophie scientifique*), de 364 pag. Ernest Flammarion, éd., Paris, 1912.
- R. DE LA GRASSERIE - *Les principes sociologiques du droit public*. Un vol. in-8 (de la *Bibliothèque sociologique internationale*), de 430 pag. M. Giard et E. Brière, éd., Paris, 1911.
- A. VON PEEZ - *Englands Vorherrschaft aus der Zeit der Kontinentalsperre* (*La puissance de l'Angleterre au temps du blocus continental*). Un vol. in-8, de xx-381 pages. Verlag von Duncker u. Humblot, Leipzig, 1912.
- F. GARCIA-CALDERON - *Les démocraties latines de l'Amérique*. Un vol. in-18 (de la *Bibliothèque de philosophie scientifique*), de 383 pages. Ernest Flammarion, éd., Paris, 1912.

Ce qui frappe à première vue le lecteur du volume où M. C. Colson a tenté d'enfermer la vaste matière de son cours d'économie politique et ses réflexions sur la vie moderne, c'est le désordre des

notions, et c'est fâcheux pour un livre où M. Colson a voulu stigmatiser le désordre de la société contemporaine. Cette société, elle est caractérisée par le développement simultané de la tyrannie, grâce à l'interventionnisme d'état, et de l'anarchie, grâce au progrès du syndicalisme. Or, elle est soumise aux lois inéluctables de l'économie: la production est dirigée par la consommation, qui utilise le mécanisme des prix; ainsi, pour donner à son argumentation tout l'effet qu'il désire, M. Colson passe sous silence les crises et la plaie du chômage, origine première des revendications et des organisations ouvrières. Si la répartition est inégale entre les hommes, c'est que la part prise par eux dans la production est inégale, et c'est ainsi, par prétérition, que M. Colson simplifie le problème de la rente; au reste, assure-t-il, le travail matériel est bien inférieur au travail d'invention ou de direction, et c'est une absurdité de croire que l'intérêt des classes ouvrières est prépondérant: mais où est la preuve que les manuels sont incapables, les conditions étant autres, d'inventer et de diriger? Et d'autre part, si la concurrence est le grand facteur de l'activité économique, doit-on la limiter aux individus, l'interdire aux collectivités, aux classes, dont, implicitement, M. Colson reconnaît l'existence? A vrai dire, le livre de M. Colson n'est pas un manuel d'économie politique, c'est un traité de morale pratique: la désorganisation moderne, dit-il, a relâché la famille, supprimé le devoir professionnel, diminué l'énergie morale, abaissé les sanctions pénales; ce sont là des affirmations qui ne s'étaient point sur des faits, car les moralistes n'ont-ils pas dit la même chose à toutes les époques de l'histoire humaine? Il est vraiment regrettable que le spécialiste qu'il est, ait dilué en tant de pages quelques vérités positives dont il était sûr scientifiquement; son livre n'est qu'un livre manqué d'économie sociale, discipline qui a mérité les sévérités de M. Colson lui-même.



Tandis que M. Colson cherche en vain à embrasser la réalité qui se dérobe, M. R. De la Grasserie prétend la faire rentrer dans le cadre rigide qu'il a imaginé. Avec son étude sur le droit public, ce n'est plus le désordre que nous avons sous les yeux, c'est la rigidité mathématique d'une pure conception abstraite. Sociologie du droit constitutionnel, du droit administratif, du droit public international, voilà la matière immense d'un livre dont l'auteur n'a pas su se borner, lui non plus, à l'étude positive de quelques phénomènes scientifiquement choisis. Le plan, avec son apparence scolastique, craquerait de toutes parts, si M. De la Grasserie avait eu autre chose à ordonner que d'anciens cours de droit, à peine rajeunis, que leur terminologie baroque et leur manque de références rendent en tout cas inutilisables.



Le livre posthume de M. Peez aborde un sujet qui vaut bien la peine d'être traité, à savoir l'origine de la puissance mondiale de l'Angleterre au temps du blocus continental; mais les travaux d'approche manquent encore, qui exposeraient le développement économique de chaque pays à l'aube du XIX^e siècle et l'action de la politique napoléonienne sur ce développement, et comme M. Peez n'a point fait par lui-même les études de détail nécessaires à la compréhension pleine et claire de son sujet, il l'a manqué. Plus exactement, il est passé à côté. Sans doute, il a senti que la concurrence économique de la France et de l'Angleterre est antérieure aux guerres révolutionnaires; que la mainmise de la France sur la Belgique et sur l'Égypte ont fait comprendre à l'Angleterre le danger de la concurrence française pour ses propres destinées. Si Trafalgar tue la marine française, les efforts de Napoléon I^{er} pour protéger l'industrie française, pour élargir ses débouchés par l'occupation de l'Italie et de l'Espagne, pour limiter ou supprimer la concurrence anglaise par le blocus continental incitent l'Angleterre à mettre toute son énergie à supprimer le redoutable ennemi. Plus encore que la crise intérieure de la France, la volonté âpre de l'Angleterre explique la catastrophe finale du premier Empire. De ces traits généraux, esquissés dans l'ouvrage de M. Peez, la plupart sont exacts. Mais, dans le détail des trop nombreux chapitres qui fragmentent sa matière, il y a des erreurs bien nombreuses, il y a surtout une inspiration pangermaniste fâcheuse, qui vicie tout l'ensemble. M. Peez, en cherchant à comprendre la période napoléonienne a eu la vision faussée par son sentimentalisme nationaliste; or, en matière scientifique, les sentiments ne sont pas de mise.



Dans un livre brillant et singulièrement rempli, M. F. Garcia Calderon a décrit la formation et les ressources des républiques sud-américaines. La révolution est sortie dans l'Amérique du Sud des souffrances causées par l'ancien régime et du développement des idées françaises: les premiers libérateurs auraient voulu instituer des monarchies constitutionnelles, et c'est pour éviter l'avènement de dynasties étrangères et la complication des influences européennes qu'ils ont créé des républiques. Deux phases bien distinctes divisent la période de la libération, la première toute d'activité patriotique et anarchique, la deuxième où des politiciens réalistes, — Rosas, Guzman-Blanco, Porfirio Diaz, — s'appuient sur les nègres et les métis. L'individualisme effréné des « caudillos » crée la tur-

bulence endémique de ces républiques, turbulence accentuée par le climat et le métissage dans la partie septentrionale, isthmique et insulaire de l'Amérique du Sud. Le bouillonnement de ces jeunes sociétés a pu parfois paraître comme un signe de décrépitude: ce semble être au contraire une preuve de vitalité, et cette vitalité est manifeste dans le domaine idéologique, où des apports extrêmement variés sont utilisés avec la plus grande ardeur pour l'enrichissement de ce qui est essentiel et permanent dans les démocraties sud-américaines, — l'esprit latin. Ce qu'est l'esprit latin, M. Calderon s'est efforcé de le définir: une très belle page du Brésilien Nabuco, rapportée récemment par le comte Prozor,¹ nous le montre peut-être mieux. Mais ce que M. Calderon explique parfaitement, c'est tout ce qui s'oppose à la manifestation intégrale et harmonieuse et au développement de cet esprit latin: dans les républiques mêmes, le nationalisme exaspéré, qui s'oppose à la réalisation d'un fédéralisme sauveur, les métiages, qui dégradent la vieille race latine sans élaborer de race nouvelle, le régime des « caciques », des « caudillos » et de la bureaucratie, l'insuffisance de la production et des capitaux; en dehors d'elles, la concurrence dangereuse de trois grandes forces, toutes nouvelles, mais merveilleusement souples et décidées, l'impérialisme allemand, sous la forme mercantile, l'impérialisme saxon, par le monroïsme, l'impérialisme japonais.

Quelque forme que, dans l'avenir, prenne le conflit entre l'esprit latin de l'Amérique du Sud et ces trois impérialismes, il ne doit pas manquer d'intéresser la Vieille-Europe, l'Italie en particulier, qui, par son contingent annuel d'émigrants, renforce la résistance latine, et l'on sera reconnaissant à M. Calderon de nous avoir mis en main les éléments de la question.

Paris.

GEORGES BOURGIN

¹ *Joaquim Nabuco*, dans le « *Revue hebdomadaire* », 20 Juillet 1912, p. 342.

RASSEGNE - REVUES GÉNÉRALES
ALLG. UEBERSICHTEN - GEN. REVIEWS

REVUE GÉNÉRALE DE BIOLOGIE

L'ÉVOLUTION DE L'OPINION SCIENTIFIQUE ACTUELLE
SUR LA QUESTION DU MIMÉTISME.

La conception du mimétisme fut une des plus populaires parmi celles qui se rattachèrent à la théorie transformiste de Darwin. L'hypothèse émise par Wallace de petites variations utiles, exerçant une influence protectrice, et s'accumulant progressivement dans le même sens, parut expliquer fort bien que, dans le « struggle for life », bien des espèces aient évolué de manière à ressembler de plus en plus à leur milieu — pour échapper ainsi plus facilement aux prédateurs qui les menaçaient —, ou à des animaux pourvus de moyens de défense redoutables avec qui il y avait avantage à être confondus.

A l'heure actuelle, une réaction très vive des esprits met en évidence l'échec de la sélection naturelle à expliquer ces apparences d'adaptation, et tend même à rejeter complètement la notion du mimétisme protecteur.

Nous laisserons de côté, à cet égard, les études de Werner¹ qui, le premier peut-être, considéra comme essentiellement anthropomorphique l'hypothèse du mimétisme (1891), celles de Piepers (1895), de Kathariner (1898), et enfin celles de Von Aigner Abafi, Géza Entz, Paul Denso² aboutissant à peu près à la même attitude,

¹ FRANZ WERNER, *Das Ende der Mimicryhypothese?* « Biologisches Centralblatt », 1907, XXVII, 6, p. 174. (Cfr. déjà « Biol. Centr. », 1891, XI, p. 363). *Nochmals Mimicry und Schutzfärbung.* « Id. », 1908, XXVIII, p. 567.

² PIEPERS, *Mimetisme*. 3^e Congrès intern. de Zoologie, Leyde, 1895, p. 460. — KATHARINER, *Werden die fliegende Schmetterlinge von Vögeln verfolgt?* « Biol. Centr. », 1898, XVIII, p. 680. — L. VON AIGNER ABAFI, *Ueber Mimicry*, « Allgemeine Zeitschrift für Entomologie », 1902, VII. — GÉZA ENTZ, *Les couleurs des*

pour insister sur les travaux les plus récents, ceux de Cuénot, Willey, Rabaud.



L. Cuénot, parmi les problèmes évolutifs, envisage la question de la coloration protectrice — où il range toutes les ressemblances morphologiques des animaux avec leur milieu —, et le problème du mimétisme, exclusivement limité à la ressemblance protectrice des espèces entre elles.¹

En ce qui concerne l'homochromie, il s'occupe particulièrement de la genèse, et admet trois mécanismes principaux, susceptibles d'interférer: le mécanisme réflexe de l'homochromie changeante, — les couleurs du milieu agissant sur les cellules pigmentaires mobiles pour provoquer une similitude dans la coloration du tégument et dans celle du support de l'animal —; le mécanisme, très voisin, d'action excitatrice de la lumière réfléchie sur la genèse des pigments, — des chenilles, au cours du développement, revêtant, définitivement, la couleur du milieu où elles se trouvent placées —; enfin le mécanisme curieux, sur lequel Cuénot a attiré l'attention, d'« homochromie nutritive », — des *Doris* prenant la couleur des éponges dont elles se nourrissent, par diffusion du pigment absorbé dans leur organisme.²

Ce dernier cas donne un exemple d'une homochromie évidemment fortuite, sans utilité pour l'animal, fort bien protégé par ailleurs; et l'auteur se demande quel serait le rôle de l'homochromie pour la protection des animaux marins, menacés surtout par des poissons carnassiers, fort myopes, et ne capturant guère que des proies en mouvement, dans un milieu où d'ailleurs les conditions d'éclairement sont bien spéciales.

Et, même pour les animaux terrestres, n'a-t-on pas, contre la théorie de Wallace, ce fait que bien des espèces homochromes se rencontrent dans des estomacs d'oiseaux, en sorte que la protection, si protection il y a, se montre bien inefficace; les expériences de Judd³ ont d'ailleurs bien montré que des insectes, pratiquement invisibles pour l'homme à cause de leur homochromie, étaient trouvés immédiatement par des oiseaux, qui s'empressaient de les dévorer.

animaux et le mimétisme, « Termész. Közlöny », 1904-1905, XXXVI-XXXVII. — PAUL DENSO, *Sur le mimétisme*, « Bulletin de la Société lépidoptérologique de Genève », 1905, I.

¹ L. CUÉNOT, *La genèse des espèces animales*. Un vol. in-8 (de la *Bibliothèque scientifique internationale*), de III-406 pages, avec 123 gravures. Félix Alcan, éd., Paris, 1911.

² En 1898 déjà, PANTEL notait le fait pour une larve de Tachinaire parasite des Phasmes (*La Cellule*).

³ JUDD, *The efficiency of some protective adaptations in securing Insects from Birds*, « American Naturalist », 1899, p. 461.

Toutefois, L. Cuénot ne retire pas toute valeur protectrice à l'homochromie, et admet par exemple que, des variations fortuites ayant donné au *Sphingonotus coerulans* la couleur blanc grisâtre des sables, cet Acridien a émigré des landes gazonnées vers les dunes, où son extension s'est trouvée facilitée par une homochromie préalable. C'est là un cas particulier de la théorie générale et actuellement bien connue de l'auteur sur la préadaptation et le peuplement des places vides.

Repoussant l'hypothèse d'une action orthogénétique de la sélection (qui eût du être générale, alors que les *Helix nemoralis* et *hortensis*, bien qu'étant la proie des oiseaux, ont conservé des couleurs voyantes), il tend à admettre des réunions fortuites de caractères divers à la base des ressemblances avec le milieu: « La chenille d'*Urapteryx*, qui ressemble tant à une ramille d'arbre fruitier, n'est-elle pas l'addition d'une attitude caractéristique des arpen-teuses, d'une certaine couleur de peau, de rugosités tégumentaires, de l'instinct de vivre sur certains végétaux? Or rien dans ces caractères n'est vraiment nouveau; on les trouve isolés, ça et là, dans le groupe des Arpen-teuses; la chenille d'*Urapteryx* les réunit tous, fortuitement ».

Il existe des « homochromies en puissance », auxquelles manque un des éléments de la combinaison pour être parfaites; on peut rencontrer l'instinct de se placer sur des feuilles mortes avec une couleur brune, sans la forme (le *Precis iphita* [Lép.] de Ceylan), l'attitude et la ressemblance, sans l'instinct de se poser sur le support approprié (*Catocala nupta* [Lép.]), etc.

Néanmoins, L. Cuénot ne se trouve pas lui-même très satisfait de ces essais d'explication, puisqu'il conclut que, « quant aux copies exactes d'objets inanimés, il est presque aussi incroyable d'en attribuer la formation au hasard des combinaisons de formes et de couleurs qu'à l'action orthogénétique d'une sélection ».

En ce qui concerne la ressemblance des espèces entre elles, l'auteur, après avoir éliminé les phénomènes de convergence, et les « mutations de valeur atavique », se pose cette double question de l'utilité du mimétisme pour l'espèce mimante, et de son origine.

Du premier point de vue, L. Cuénot reconnaît qu'il n'y a pas de preuve directe de la valeur protectrice du mimétisme; il admet cependant que l'hypothèse est vraisemblable: car, s'il est vrai que les espèces d'apparence très protégée — et qui seraient mimées par d'autres — ont des ennemis qui ne se soucient guère de leur protection et peuvent même avoir comme proie exclusive des animaux considérés comme non comestibles, en tout cas le moyen de défense pourrait avoir une efficacité, non absolue mais relative, et représenter un des nombreux facteurs de la persistance et de l'équilibre des espèces; et d'autre part, si certains oiseaux distin-

guent très bien des animaux qui paraissent à l'homme presque identiques, il ne s'ensuivrait pas que l'erreur ne pût intervenir au bénéfice de l'espèce non protégée mimant une autre mieux pourvue de moyens de défense.

Et, pour ce qui est de l'origine, L. Cuénot se borne à faire avouer d'impuissance: La précision de certaines copies rend peu croyable l'hypothèse d'une convergence évolutive, d'un hasard, et l'orthogénèse par sélection demeure à ses yeux invraisemblable. « Sachons reconnaître, conclut-il, que l'origine et la signification du mimétisme sont des problèmes non résolus ».



L'impuissance de la sélection est proclamée également par Arthur Willey,¹ qui montre avec raison que la production d'espèces nouvelles ne peut être expliquée par ce facteur; admettant une influence du milieu à laquelle se montre réfractaire Cuénot — bien que les facteurs de l'homochromie relèvent bien tous selon lui-même d'une action directe du milieu —, il considère le mimétisme comme résultant d'un phénomène de convergence: Des espèces pourraient arriver à se ressembler étroitement, par suite d'adaptations fonctionnelles indépendantes, mais dirigées dans une même voie.

Seulement, Cuénot, qui signale les cas de convergence, les élimine du mimétisme, et le problème se pose de savoir si, pour les autres cas, il y a encore ou non possibilité de convergence. La solution n'en apparaît pas à coup sûr avec évidence.

A ce propos, on peut citer ce fait curieux, récemment signalé par l'abbé de Joannis,² de l'existence, chez 17 espèces, sur 29, de papillons parasites de Monocotylédones cultivées (canne à sucre, riz, maïs, sorgho), mais appartenant à des familles fort disparates, d'un même dessin des ailes, tel que le papillon, dans la position de repos, revêt une analogie remarquable avec son substrat (prédominance de rayures longitudinales, aspect allongé); l'éminent lépidoptérologue envisagea ce fait comme un exemple de mimétisme collectif, et, un peu ennuyé des exceptions rencontrées, chercha même par des arguments subtils à ramener à la règle les douze espèces réfractaires, vainement d'ailleurs. On aurait ici un fait de mimétisme apparent d'espèces entre elles, résultant d'une ressemblance commune avec le milieu, et tel que si, dans le groupe hétérogène d'espèces semblables, il y en avait paraissant pourvues de moyens de défense, celles-ci pussent être considérées comme mimées par les

¹ ARTHUR WILLEY, *Convergence in evolution*. Un vol. in-8, de xiv-177 pages, avec 12 figures. John Murray, éd., London, 1911.

² J. DE JOANNIS, *Remarque sur un cas de mimétisme collectif chez les Lépidoptères*, « Bulletin de la Soc. entomol. de France », 1913, 5, p. 137.

autres. Seulement on ne fait ici que déplacer le problème, puisqu'on ne peut s'entendre sur la genèse de la ressemblance avec le milieu. Il semble bien qu'on soit en droit de parler de convergence, mais l'un y verra des rencontres plus ou moins fortuites, et l'autre une influence directe du milieu.



Avec Etienne Rabaud, nous nous trouvons en présence d'une attitude plus catégorique, à laquelle ce biologiste est venu progressivement.

En 1909, observant une chenille de *Lycoena astrarche*, très homochrome, il signalait la nécessité que l'homochromie fût éthologique pour qu'elle pût avoir un sens;¹ c'est-à-dire qu'il doit y avoir des rapports habituels de l'animal avec le substrat de même couleur, comme dans le cas envisagé, tandis que, bien souvent, il suffit d'une coïncidence fortuite pour créer de toutes pièces une ressemblance mimétique incontestablement illusoire.²

En outre il montrait le rôle important de l'immobilité de la chenille, l'homochromie ne pouvant avoir en aucun cas d'efficacité quand l'animal se déplace, et insistait par là sur la nécessité de la réunion de divers facteurs différents pour la réalisation d'une homochromie pouvant être considérée comme mimétique.

Cette idée fut reprise dans une étude, cette fois délibérément critique, consacrée au mimétisme, et qui fut la matière d'une remarquable conférence à l'Association française pour l'Avancement des Sciences.³ Il montra en particulier, au cours de cette conférence, « des séries de Papillons-feuilles dont les uns n'ont que des nervures diversement accentuées, ou des taches de teintes variées, ou une coloration tantôt bistre, tantôt jaune foncé rappelant la teinte d'une feuille morte, tandis que les autres ont à la fois les nervures et les taches, les nervures et la teinte, mais dont aucun ne ressemble suffisamment à une feuille pour qu'une confusion soit possible ». Et, de même, à côté des Hémiptères ayant précisément

¹ ET. RABAUD, *Sur l'homochromie de la chenille de « Lycoena astrarche »* Bgstr. « Bull. de la Soc. ent. de France », 1909, 8, p. 149-152.

² Lui-même constata un exemple de cette ressemblance illusoire: il trouva un jour sur une tige desséchée de prêle un Hyménoptère (*Coelioxys elongata*) fixé la tête en bas par les mandibules, et qu'il prit pour un vieux sporange; mais ensuite il vit fréquemment cet Hyménoptère sur des feuilles et des tiges, sans que jamais plus il présentât cette ressemblance exceptionnelle et frappante (ET. RABAUD, *Note pour servir à l'étude psychologique du mimétisme*, « Feuille des Jeunes Naturalistes », 1911, XLI, n. 490, p. 159).

³ ET. RABAUD, *Qu'est-ce que le mimétisme?* « Revue du mois », 1912, n. 84, p. 640-667.

forme d'une épine, il y en a beaucoup qui se rapprochent plus ou moins de cette forme sans l'atteindre. Ainsi, au seul point de vue morphologique, on peut envisager la nécessité d'une coexistence de caractères indépendants.

En outre, il n'est pas constant que l'animal homochrome se pose sur le substrat pour lequel il paraît adapté, et l'auteur cite le cas de chenilles brunes ayant l'aspect de brindilles sèches attirant l'attention en se posant sur des tiges vertes de genêt ou de laurier-rose; ou celui d'un Ehippigrè vert-émeraude stationnant sur un chardon bleu en plein Soleil; seule, la fréquence du vert dans la nature expliquerait la fréquence des cas où un animal vert repose sur un substrat vert. Enfin, peut faire défaut l'immobilité, sans laquelle il ne peut même être question d'homochromie efficace.

Et, Rabaud insiste encore très justement sur cet autre aspect de la question, que la ressemblance est telle de notre point de vue, tout anthropomorphique, mais que rien ne prouve qu'elle le soit aussi pour les animaux prédateurs intéressés, dont les organes sensoriels ne sont pas nécessairement identiques aux nôtres. Et, à ce propos, il cite aussi les expériences de Judd sur les oiseaux qui trouvent instantanément des insectes immobiles parfaitement dissimulés aux yeux de l'homme, et critique les expériences inverses de Cesnola sur les Mantes. L'homochromie, le mimétisme, pourrait même constituer une caractéristique renseignant immédiatement un prédateur sur la présence de sa proie habituelle. Et, à cet égard, Rabaud a rapporté un cas, relatif à des chenilles en apparence protégées dans des rouleaux de feuilles de chêne, mais que dépistaient d'emblée des moineaux appelés par les replis révélateurs des feuilles; et des cas analogues furent cités à la suite par divers auteurs.

Pour ce qui est de la ressemblance des espèces entre elles, elle ne jouerait aucun rôle utile, car tous les animaux ont leurs ennemis. Dès lors, « ou le mimétisme correspond à une réalité, et l'animal mimant, qui évite ses propres ennemis, devient la victime des ennemis de l'animal mimé; ou bien le mimétisme n'est qu'une illusion, et la ressemblance morphologique ne trompe ni prédateurs ni parasites. Dans les deux éventualités, le résultat est exactement le même; pour devenir la proie d'ennemis différents, l'animal mimétique n'en est pas moins exposé à des causes de destruction sensiblement équivalentes ».

La cause des ressemblances, Et. Rabaud la place dans une communauté d'origine (Bourdons et Psithyres), ou dans des phénomènes de convergence, comme Willey. Et la cause du mimétisme lui-même, il la place... dans l'esprit humain: « Que nous regardions un nuage, dit-il, un rocher, un objet quelconque, c'est la forme qui nous frappe, qui attire aussitôt une comparaison avec tel ou tel objet, et toujours avec l'objet ou le groupe d'objets qui, à ce mo-

ment, et à un titre quelconque, nous est le plus familier. De là viennent les noms imposés aux rochers dont les contours ont évoqué le profil d'un capucin, l'image d'une barque, d'une chaire, d'un bénitier, d'un plat à barbe; de là viennent encore les noms de diverses plantes, l'« Homme pendu », la Passiflore, par allusion aux attributs de la Passion ». La conception du mimétisme, anthropomorphique et subjective, se développe sans souci de la vraisemblance: on ne se demande pas l'utilité que peut avoir la tête de mort du *Sphinx atropos*, ni la ressemblance avec des épines des Hémiptères qui se posent partout ailleurs que sur des plantes épineuses, ni encore la ressemblance avec une tête de Chouette du Caligo reposant la tête en bas et les ailes déployées, alors que ce papillon tient les ailes fermées dans son attitude de repos.

Et l'on ne tient pas compte de la manière de percevoir des animaux, chez la plupart desquels l'odorat l'emporte sur la vue, — et nous ne sommes pas en mesure de construire le mimétisme olfactif, — dont la vision n'est pas nécessairement identique à la nôtre, puisqu'il en est par exemple qui perçoivent les rayons ultra-violet, d'autres qui sans doute ne perçoivent pas les couleurs, etc. On ne tient pas compte non plus de ce fait que, pour la destruction des individus, chez les insectes, ce sont les parasites qui jouent le plus grand rôle, non les prédateurs, et que, pour les parasites, il est vain de parler de ressemblances protectrices.

Le mimétisme, en somme, ne répondrait à rien de réel.



Cette attitude négative est à coup sûr très séduisante, et elle a quelque chose de très juste: Il est bien certain que la conception du mimétisme a son origine dans ce caractère psychologique qui consiste à chercher des ressemblances dans les choses, fleurs, rochers ou nuages. Il ne fait pas de doute que nombre de ressemblances constatées sont purement fortuites et sans valeur, tête de chouette du Caligo aussi bien que tête de mort du Sphinx. Les ressemblances entre espèces sont à coup sûr le fait, dans bien des cas, d'une parenté réelle ou d'une convergence adaptative, quel que soit le mécanisme de cette convergence, sans qu'il soit d'ailleurs possible de démontrer que tous les cas connus sont explicables de cette manière.

Mais il reste une série de données relatives au mimétisme qui posent encore des problèmes d'une singulière acuité, et que Rabaud a laissés de côté, insistant avec raison sur le déblayage critique qui était absolument nécessaire.

On peut bien, avec Cuénot, signaler que l'homochromie chan-

geante est le résultat d'un réflexe; on peut même avec Loeb,¹ pour expliquer la reproduction des dessins du fond chez certains poissons, comparer la vision à une téléphotographie, en supposant que l'image rétinienne se reproduit sur la couche ganglionnaire optique et va se transporter sur la peau par le jeu des chromatophores, on n'explique pas pour cela l'origine de cette curieuse propriété.

Il est très juste de noter que les ressemblances morphologiques n'ont aucun sens si des habitudes éthologiques, si des modalités du comportement ne s'y adaptent pas: choix de l'habitat, immobilité, attitude convenable. Mais la réunion de ces éléments morphologiques et éthologiques est dans certains cas très frappante, et l'on hésite à invoquer le hasard, qui tend à jouer un peu trop le rôle du *Deus ex machina* tirant d'affaire le biologiste aux abois.

Il est vrai que des animaux homochromes ne se tiennent pas toujours sur le substrat auquel ils paraissent adaptés; mais il en est qui, comme la curieuse crevette Hippolyte dans les algues rouges ou vertes, vont se placer sur les milieux dont ils ont revêtu la couleur. Et l'origine de ces réactions ne se trouve pas élucidée parce qu'on les a baptisées du nom de « chromopathies ».

Les ressemblances pour l'homme ne sont pas nécessairement des ressemblances pour tous les animaux, cela est bien évident, mais elles peuvent en être pour d'autres animaux que l'homme, qu'il ne faut pas non plus isoler dans la nature, surtout au point de vue sensoriel.

Dans la réaction contre la conception des « moyens de défense », réaction qui doit être dirigée surtout contre les explications génétiques trop simplistes de leur apparition, il faut se défier d'aller trop loin. Il me paraît certain que, si la fuite peut être considérée comme une réaction protectrice, et il est difficile qu'il n'en soit pas ainsi, l'immobilité peut dans bien des cas être envisagée comme un substitut de la fuite chez des animaux peu agiles, le mouvement étant le principal moyen d'attirer l'attention de prédateurs ou parasites se guidant sur la vue. D'autre part l'immobilité ayant un rôle protecteur sera d'autant plus efficace vis-à-vis de certains agents de destruction déterminés que l'animal qui y a recours se détachera moins du milieu, par analogie d'aspect et de forme, homochromie, etc.

Quoi de plus remarquable, à cet égard, que l'immobilité de certains Phasmides, tels que le *Dixippus morosus*, repliant deux de ses paires de pattes sous son corps allongé, accolant ses antennes et ses pattes antérieures dans le prolongement de la tête, à la res-

¹ J. LOEB, *Die Bedeutung der Anpassung der Fische an der Untergrund für die Auffassung des Mechanismus des Sehens*, « Centralblatt für Physiologie », 1912, XXV, p. 1015-1017.

semblance d'une brindille séchée, cette attitude n'étant prise que le jour, et toute excitation qui pendant la nuit provoquerait la fuite tendant alors à faire rectifier la position rigide de l'animal immobilisé.¹

Que de telles attitudes, que de telles ressemblances morphologiques puissent à l'occasion jouer un rôle, c'est là, je crois, ce qui ne peut être entièrement nié: la protection, sans être absolue, doit exister à quelque degré, sinon à l'égard de certains ennemis trop bien pourvus dans la recherche de leur proie, du moins vis-à-vis d'autres. Seulement, que ce soit cette protection et son efficacité qui puissent expliquer la ressemblance, sa naissance et son développement, c'est tout autre chose; et faire du résultat une cause, suivant le point de vue finaliste, c'est mettre la charrue avant les bœufs, aussi bien en invoquant l'orthogénèse de la sélection que celle de l'« élan vital »: Nous voyons persister également des espèces « protégées » et non protégées; la « protection » n'est donc qu'un facteur de l'équilibre des espèces, la fécondité devant constituer un autre facteur des plus importants, mais dont nous ne pouvons évaluer exactement la place.²

Constater un effet n'est pas en tous cas expliquer un mécanisme. Et nous ne sommes pas près de rendre compte de façon satisfaisante des mécanismes originels dans la théorie de l'évolution. Qu'il s'agisse d'une simple réaction de fuite — aussi étonnante en elle-même que toute autre, mais trop banale pour attirer l'attention —, d'une réaction humorale assurant l'immunité, d'une adaptation dans les sécrétions digestives; qu'il s'agisse d'immobilité protectrice, d'autotomie, de sécrétions défensives, d'adaptation homochrome, nous sommes impuissants, à l'heure actuelle, à donner une explication mécaniste de ces phénomènes vitaux.

Seulement, de ce que l'on ne veut pas tomber dans la banalité stérile des explications finalistes, il ne s'ensuit pas qu'on puisse nier purement et simplement l'existence des problèmes non actuellement solubles. En somme on en revient toujours, par quelque voie que ce soit, au problème fondamental, exprimé sous cette forme concise mais singulière par Le Dantec: « La vie a horreur de la contrainte ». Nous ne savons pas grâce à quelle propriété précise la

¹ H. PIÉRON, *Le rythme des attitudes mimétiques chez un Phasme de l'Inde, le *Dixippus morosus**, « Bulletin du Muséum », 1910, n. 4, p. 193.

² Il faudrait pouvoir déterminer numériquement, pour chaque espèce, les diverses chances de destruction, afin d'apprécier l'équilibre. Il est certain que les moyens de défense les plus perfectionnés ne protégeront pas contre des maladies microbiennes, et inversement qu'une immunité infectieuse sera inefficace vis-à-vis des ravages de prédateurs. Les raisons de persistance ou de disparition des espèces sont multiples: il faudrait ne les considérer que dans leur ensemble, et généralement nous ne le pouvons pas, aussi n'expliquons nous rien à cet égard de façon satisfaisante.

vie réussit à se continuer dans un milieu souvent hostile, à s'adapter. La sélection a fait faillite, le hasard qui est à la base de la préadaptation n'inspire pas confiance et se montre d'invocation trop facile, et, quant à l'interaction de l'organisme et du milieu, nous voudrions savoir comment elle peut s'exercer dans un sens généralement favorable à la perpétuation de la vie.

Le mimétisme, débarrassé de multiples exagérations anthropomorphiques, — et résultant du fâcheux esprit finaliste, qui pose que tout ce qui est a une utilité essentielle qu'il faut à toute force découvrir — nous ramène bien en fin de compte à ce même problème général que cherchent à résoudre, vainement jusqu'ici, toutes les théories de l'évolution, tous les grands systèmes biologiques; si l'on nie le problème particulier du mimétisme, on n'échappera pas pour cela à cette question angoissante et qui obsède l'esprit de nos contemporains.

Pour ceux à qui pèse trop l'incertitude, qu'ils choisissent dans l'arsenal des théories, et se fassent même une armure éclectique; sinon, tout en adoptant une hypothèse de travail, donnant à la recherche un sens et une tendance, persuadons-nous que la faillite des explications sélectionnistes laisse debout des problèmes dont il ne suffirait de détourner les yeux, pour croire qu'ils ont disparu.

Paris, Sorbonne.

HENRI PIÉRON

REVUE GÉNÉRALE D'ÉCONOMIQUE

REVUE ANNUELLE D'ÉCONOMIQUE.

I. Questions générales.

S. N. PATTEN - *Theories of progress (Théories du progrès)*.¹

Le but que poursuit Patten, dans cet article, est de mettre en lumière la différence qui sépare la notion de progrès dans les sciences naturelles: la biologie notamment, et les sciences morales: l'économie par exemple. Tandis que pour la première le progrès est une conséquence de l'élimination des faibles par la maladie, la guerre, la famine, la misère, pour l'économiste, le progrès a comme facteurs: le développement de l'activité industrielle, l'élévation du *standard of life*, de la moralité, etc.... Ces facteurs comportent les éléments purement économiques ou matériels et les éléments moraux, psychiques, qui en dérivent. — Les deux ordres de facteurs se rapprochent en ce qu'ils n'exigent pas de perfectionnement biologique. Les caractères innés restent constants; on peut parfaitement concevoir la substitution d'une coopération et d'une adaptation sociales parfaites à la simple agglomération dissociée d'individus. La théorie biologique du progrès offre sur la théorie économique cette infériorité qu'étant négative, et non positive, elle n'indique nullement les qualités qu'il faut développer. C'est pourquoi, tant que la science biologique ne sera pas parvenue à formuler la méthode du progrès humain, il y aura lieu de s'opposer à des expériences grossières.

WERNER SOMBART - *Technik und Kultur (La technique et la civilisation)*.²

Sans vouloir tomber dans l'exagération de Karl Marx qui donnait du progrès et de la civilisation une explication purement technologique, il est indéniable que la technique, produit de la civilisation et auquel contribuent tous ses domaines, exerce à son tour une

¹ « American Economic Review », mars, 1912.

² « Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik », septembre, 1911.

influence sur le progrès. Il est à remarquer, dit Sombart, que le système économique d'une époque ne saurait s'expliquer uniquement par sa technique, et celle-ci ne peut servir de distinction méthodologique. — Mais, telle quelle, par l'influence qu'exerce la technique sur la mentalité de l'individu, soit directement, soit indirectement, elle contribue à la civilisation et au progrès moral et détermine ou conditionne plus ou moins complètement les divers domaines de la civilisation auxquels elle peut paraître souvent indifférente: les institutions sociales, politiques ou religieuses, la production économique, les sciences et les arts, le goût, la pensée, les sentiments, les jugements et l'enseignement.

ROGER PICARD - *La théorie de la lutte des classes à la veille de la Révolution française.*¹

Si Karl Marx a le premier formulé la théorie de la lutte des classes, la conscience de l'antagonisme économique qui les sépare est bien antérieure à lui. En effet, en dehors des trois états: noblesse, clergé et tiers-état, les économistes du XVIII^e siècle distinguent la classe oisive de la classe industrielle, la classe agricole de la classe salariée (physiocrates), la classe riche de la classe pauvre. La place sociale d'un individu tient à son rôle dans la production, sa part dans la distribution ou ses habitudes de consommation (Cantillon). Les allusions aux divergences de ces divers éléments de la société fourmillent chez les économistes et encyclopédistes du XVIII^e siècle. L'évolution économique et une législation industrielle partielle et faite pour certains privilèges contribuèrent puissamment au développement et à l'affirmation de cette conscience de classe.

II. La production.

RICHARD SCHÜLLER - *Die Nachfrage nach Arbeitskräften (La demande de travail).*²

Cet article est une application de la théorie des proportions définies en matière de facteurs de production. La demande de main d'œuvre n'est pas uniquement déterminée par la valeur de l'ouvrier marginal. Cette proposition doit être complétée et modifiée pour permettre de rendre compte des mobiles économiques de l'entrepreneur individuellement considéré. Pour lui, la demande de main-d'œuvre représente la somme totale des travailleurs nécessaire à

¹ « Revue d'Économie politique », septembre-octobre, 1911.

² « Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik », 1912.

lui permettre l'utilisation *optima* de son capital investi. Ce qui démontre qu'il en est bien ainsi, et que la gestion économique d'une entreprise nécessite un nombre déterminé d'ouvriers, c'est que la hausse des salaires n'entraîne pas en général une diminution de la demande de main-d'œuvre (ce qui paraît être un truisme, puisqu'elle est précisément la conséquence d'un accroissement de la demande), et que la baisse de salaires n'a pas pour effet une augmentation de demande. Il serait bon d'insister sur le caractère nettement individuel et non social de ces propositions.

MAX LAZARD - *Le coefficient de risque professionnel de chômage d'après les trois derniers recensements français.*¹

Complétant par l'étude du recensement de 1906, les données de son ouvrage sur le chômage et la profession, M. Lazard en a condensé dans cette communication les conclusions essentielles. Le chômage variant selon la profession, — correction faite des facteurs autres que celle-ci, — on peut mesurer cette variable en multipliant le taux de chômage professionnel par le coefficient nécessaire à rendre le taux spécifique de chaque profession égal à la moyenne de l'ensemble. Ce coefficient est l'indice du facteur professionnel de chômage, utile à dégager les causes du chômage et à en permettre l'étude scientifique. Appliqué aux recensements français, cette méthode permet les conclusions suivantes: essentiellement variable suivant les professions, le chômage est relativement constant au sein de chacune d'elles, ce qui contredit l'opinion courante sur le caractère essentiellement subjectif et individuel du chômage. Le taux de chômage est en raison inverse de la concentration industrielle.

CH. RIST - *Relation entre les variations annuelles du chômage, des grèves et des prix.*²

Cet article constitue une intéressante application d'une ingénieuse méthode arithmétique pour calculer les coefficients de dépendance de deux phénomènes. Cette méthode consiste à en écrire les données numériques en colonne, à les affecter d'un signe positif ou négatif, suivant qu'ils sont plus ou moins accentués que l'année précédente, enfin à comparer la concordance ou la discordance de ces signes et à en dresser une moyenne. L'auteur arrive à cette conclusion que pendant les dix premières du XX^e siècle, dans les pays ayant une statistique suffisamment précise du chômage et des grèves,

¹ « Journal de la Société Statistique de Paris », janvier, 1912.

² « Revue d'Économie politique », novembre-décembre, 1912.

le chômage volontaire (grève) est d'autant plus élevé que le chômage involontaire est plus bas et inversement. Quant à la relation entre les prix et le chômage, ou entre les prix et les grèves, tout en étant moins accentuée, elle n'en demeure pas moins sensible et positive, puisque le coefficient de dépendance, au lieu d'être nul, est représenté par une fraction voisine de $\frac{1}{2}$, ce qui signifie que la dépendance se rencontre dans environ 50 % des cas considérés. Cette étude justifie bien la recommandation que fait l'auteur en la terminant: l'emploi de coefficients numériques pour exprimer des dépendances statistiques facilite les comparaisons, autrement presque impossibles, entre phénomènes complexes.

III. La distribution.

1. GÉNÉRALITÉS.

S. J. CHAPMAN ET F. J. MARQUIS - *The recruiting of the employing classes from the ranks of the wage-earners in the cotton industry (Le recrutement des classes patronales au sein des ouvriers salariés dans l'industrie cotonnière)*.¹

Un des éléments de paix sociale est évidemment la possibilité pour l'ouvrier de s'élever dans la hiérarchie économique au dessus de sa situation. C'est, en même temps, au point de vue de la théorie économique, un problème intéressant: le problème de la mobilité verticale du travail, que les auteurs de cette enquête statistique par voie de questionnaires, ont cherché à éclaircir. 63 % des 318 patrons cotonniers étudiés ont commencé par être ouvriers et ils se sont élevés à leur situation actuelle soit en obtenant des prêts, en louant une usine, en achetant des actions dans l'entreprise ou en vendant à la commission. Loin de constituer une barrière à cette ascension, le syndicalisme la favorise en développant l'éducation technique de ses membres.

2. L'INTÉRÊT.

R. A. MACDONALD - *The rate of interest since 1844 (Le taux de l'intérêt depuis 1844)*.²

Aux yeux des classiques et de l'école autrichienne, l'intérêt ne serait qu'une forme du phénomène plus large des prix et les fluctuations s'en expliqueraient par des raisons analogues, notamment les mouvements de capitaux. La baisse de l'intérêt — et la hausse

¹ « Journal of the Royal Statistical Society », février, 1912.

² « Journal of the Royal Statistical Society », mars, 1912.

des salaires — aurait comme cause essentielle l'accroissement des capitaux. L'histoire statistique du taux de l'intérêt (taux d'escompte de la Banque d'Angleterre et de capitalisation de certaines valeurs) et de l'accroissement du capital (ce dernier mesuré en capitalisant le produit de l'*income-tax*) de 1844 à 1896 semble confirmer cette thèse, car on assiste à une augmentation constante du capital et à une baisse corrélative du taux de l'intérêt. Mais depuis 1896, le tableau change: le capital suit sa marche ascendante, tandis que l'intérêt manifeste une hausse continue. La théorie classique se trouve donc en défaut et l'auteur préfère s'en tenir à une explication sensiblement ricardienne qui fait de l'intérêt un revenu résiduel, dépendant du niveau des salaires, mais explication qui n'en est pas une car elle ne fait que reculer le problème et le ramène à l'étude des causes de variation des salaires.

G. A. KLEENE - *The income of capital (Le revenu du capital)*.¹

L'auteur ne cherche pas à donner de l'intérêt une théorie qui en explique l'origine ailleurs que dans notre société. Considérant la catégorie historique « capitaliste » moderne, il critique la solution « subjective » du problème de l'intérêt que représente notamment Fisher et sa théorie de la préférence chronologique, — excédent de la désirabilité actuelle de biens présents sur la désirabilité actuelle des mêmes biens futurs. Pour lui, objectivement considéré et si l'on veut à tout prix faire de l'intérêt le prix de l'échange de deux désirs, il faut y voir l'échange d'un nombre relativement considérable de satisfactions temporaires, contre une somme beaucoup moindre de revenus permanents et sans travail. D'autre part, expliquer l'intérêt par la théorie de l'abstinence, c'est renverser les termes du problème: les mouvements de l'épargne tenant, selon lui, non pas aux fluctuations de l'intérêt, mais des revenus, source de l'épargne. Enfin, la théorie de la productivité pêche par son étroitesse, restreignant, comme elle le fait, la notion de capital aux instruments et aux matières premières, sans rien dire de l'intérêt des salaires.

Selon lui, le revenu du capital est un revenu résiduel. Par l'utilisation de procédés détournés de production interdits à l'ouvrier de par son ignorance et son indigence, en organisant, en disciplinant les travailleurs et en obtenant d'eux le rendement maximum, l'industrie capitaliste produit un surplus au delà des salaires payés. Ce surplus constitue le revenu du capitaliste. Mais n'est-ce pas là l'ancienne confusion entre l'intérêt et le profit?

¹ « Quarterly Journal of Economics », février, 1912.

3. LE SALAIRE.

A. L. BOWLEY - *Wages and the mobility of labour (Salaires et mobilité de la main d'œuvre)*.¹

La mobilité de la main-d'œuvre, résultat attendu de l'organisation du placement, a-t-elle sur les salaires l'effet néfaste que lui reprochent les syndicats ? L'auteur ne le croit pas, car pour lui l'accroissement de la fluidité du travail aboutit soit à la baisse des prix favorable aux consommateurs, soit à la hausse des salaires, soit à la hausse des profits, soit même à ces trois résultats réunis. La rente baisse dans les districts abandonnés des travailleurs et hausse dans ceux qu'ils vont peupler; les salaires haussent dans le district déserté et haussent ou baissent dans le nouveau district suivant qu'y joue la loi du rendement croissant ou décroissant. Si le rendement est croissant, les salaires y dépassent ceux des districts les plus rémunérateurs, les profits haussent momentanément et le coût de production et les prix baissent.

A la longue et en général, la baisse du coût de production, conséquence générale de l'accroissement de mobilité, est avantageuse à la société, considérée dans son ensemble, et après quelques réactions complexes, parvient à rétablir le taux réel de salaires, localement et temporairement abaissé.

4. SYNDICALISME.

ADOLF BRAUN - *Organisierbarkeit der Arbeiter (De la faculté d'organisation des travailleurs)*.²

A côté de quelques faits déjà connus, cet article en met en lumière certains moins étudiés, par une analyse des tendances diverses des éléments de la classe ouvrière à l'organisation syndicale. Si les femmes et les jeunes gens avant leur service militaire sont refractaires à l'organisation, mais prompts à la coalition passagère, les hommes de plus de 40 ans s'y montrent également hostiles. De sorte que de 25 à 40 ans, forme l'âge le plus propice à la propagande syndicale. Le syndicalisme varie encore suivant la nature du métier et sa difficulté, son caractère permanent ou passager, l'attitude des patrons et l'importance des entreprises. Le travail à domicile est, on le sait, un obstacle à l'union syndicale. D'autres facteurs moins proprement économiques ne sont pas négligeables: origine, résidence et instruction.

Paris.

WILLIAM OUALID

¹ « *Economic Journal* », mars, 1912.

² « *Annalen für Sozialpolitik und Gesetzgebung* », août, 1911.

RIV. DELLE RIV. - REVUE DES REVUES

ZEITSCHR. UMSCHAU - REVIEW OF REVIEWS

Annalen der Natur- und Kulturphilosophie - (XII, 1.^r Février 1913). — Ayant décidé d'élargir le programme de sa revue « *Annalen der Naturphilosophie* », de façon à y accorder aux questions sociologiques la place qu'elles méritent et par leur importance et par l'intérêt avec lequel elles sont suivies aussi bien par le public cultivé que par les savants, M. Ostwald s'est adjoint à titre de co-rédacteur M. Rudolf Goldscheid et fait paraître dorénavant sa revue sous le titre un peu modifié que nous avons transcrit plus haut. Signalons dans ce numéro l'article du nouveau rédacteur lui-même, M. Goldscheid, intitulé *Kulturperspektiven* (*Perspectives de civilisation*) et qui nous montre bien dans quel esprit le savant sociologue de Vienne, dont quelques travaux ont d'ailleurs été analysés dans « *Scientia* », entend diriger la section de la revue confiée à sa compétence. Nous trouvons dans cet article une véritable profession de foi optimiste, l'auteur y faisant ressortir le changement radical que le développement des sciences du monde inorganique d'abord, du monde vivant ensuite, a produit dans toute notre manière d'envisager les choses et de nous comporter aussi bien à leur égard qu'à l'égard de nos semblables. Au passivisme et à la soumission créés par l'ignorance s'opposent aujourd'hui l'action, l'activité, fruits de la science. Et il en sera de plus en plus ainsi, jusqu'à ce que nous soyons définitivement pénétrés de cette vérité que l'homme n'est pas un moyen, mais une fin en soi, que *l'espèce de conservation* importe autant, sinon plus, que *la conservation de l'espèce*, que *l'économie du développement* doit l'emporter le plus souvent dans nos préoccupations sur *le développement de l'économie* et qu'à la lutte pour la puissance doit succéder la lutte pour la culture.

S. J.

Bulletin de l'Institut de Sociologie Solvay - (Juin 1913). —

1. « R. KREGLINGER, *Les facteurs sociaux de l'évolution du culte de Jahveh* ». — Jahveh, comme tous les dieux de l'antiquité sémitique, était la divinité d'un clan dont il personnifiait les aspirations. C'est sur les sommets de Sinaï que se tenait Jahveh, et c'est là que les Israélites l'adoptèrent. C'étaient des nomades, qui vivaient au jour le jour, s'exposaient aux mêmes dangers, étaient soumis à des vicissitudes identiques et dépendaient absolument les uns des autres. Leur morale devait être, dans ces conditions, une morale tribale; elle imposait à chacun des obligations sévères vis-à-vis des autres membres du groupe, et le dieu dont ils acceptèrent la direction veillait au respect de ces obligations. Mais les Israélites ne restèrent point toujours des nomades; ils envahirent le pays de Canaan, ils s'y trouvèrent en présence des Amorites qui, parvenus à une civilisation relativement développée, habitaient des villes, et souffraient, comme tout peuple cultivé, d'une inégalité croissante entre les classes sociales; leurs dieux, leurs baalims à eux, reflétaient cet état économique, autorisaient ces inégalités. Au milieu du luxe des cités cananéennes, Jahveh resta le dieu farouche de la communauté primitive et les Amorites se détournèrent de lui pour rester fidèles à leurs baalims. Il fallut les victoires de David, la persévérance des prophètes, pour qu'après des siècles Jahveh put l'emporter. Il n'avait été, pendant ce temps, sincèrement adoré que par les descendants des anciens Israélites. Quand, après l'exil, Jahveh triompha, il n'avait point atténué la sévérité des principes moraux qu'il personnifiait dès l'origine; la lutte même qu'il avait à soutenir contre les baalims exagéra les différences qui le distinguaient d'eux. Seul entre toutes les divinités orientales, il se trouvait régner sur un peuple civilisé et n'avoir point cependant subi l'action débilatante de la richesse. — 2. « J. M. MARX, *De l'influence de la jurisprudence sur le droit* ». — La jurisprudence prend à certaines époques une importance considérable. Lorsqu'on étudie des cas de jurisprudence en formation, on en aperçoit facilement le mécanisme d'implantation. Une première fois le juge, dont la mentalité est influencée par un courant social qui vient de recevoir une direction donnée, se trouve dans un cas où l'application d'un texte de loi dans le sens accepté jusque-là, amènerait une solution heurtant les notions nouvelles. Consciemment ou inconsciemment il profite soit de la rédaction ambiguë du texte, soit de l'existence d'un autre texte qui semble en opposition avec le premier, pour trancher le litige en faveur des nouvelles idées. Le précédent est créé. Le cas se représente et le juge est tout porté à accepter comme autorité le principe qui a été proclamé par son prédécesseur. Peu à peu il se forme ainsi une masse importante de décisions, qui s'impose presque irrésistiblement aux tribunaux et qui fait qu'à un certain

moment on reçoit la nouvelle théorie sans plus la discuter, « par la force du précédent ». Par ce processus, non seulement il se forme à côté de la règle de droit une série de gloses jurisprudentielles qui ont la même autorité, mais encore il naît parfois un droit nouveau en contradiction avec le texte légal. F. S.

Eugenics Review - (Juillet 1913). — « MAJOR L. DARWIN, *The cost of degeneracy* » (*Le coût de la dégénérescence*). — L'auteur s'est proposé de rechercher dans cet article quelle serait la répercussion économique et sociale d'une réforme eugénique qui réussirait à réduire dans une mesure considérable, dans le Royaume-Uni, le nombre de citoyens atteints de dégénérescence sous un rapport quelconque. Ces recherches montrent aussi indirectement quelle charge la nation aurait à supporter pour maintenir les faibles et les inaptes. Les effets d'une pareille réforme seraient: 1. une diminution des impôts, puisque l'État et les communes doivent dépenser plusieurs millions de livres sterling pour les services qui se rattachent aux dégénérés; 2. une augmentation des salaires réels, puisque les masses ouvrières, plus fortes au point de vue physique et intellectuel, seraient capables de fournir un travail plus productif; 3. une efficacité plus grande du travail augmenterait à son tour la quantité et améliorerait la qualité de la production nationale, facilitant ainsi le développement industriel et l'expansion économique du pays; 4. une sécurité plus grande de la nation en temps de guerre, par suite de l'augmentation de l'efficacité belliqueuse de l'armée. F. S.

Grande Revue - (25 Juillet 1913). — « L. BOISSE, *Pour l'intellectualisme* ». — Malgré les efforts de la philosophie antiintellectualiste, dans ses origines, dans ses méthodes et dans sa fin, la science reste inattaquable. Il importe peu que la science soit sortie de la pratique; dans son état actuel, il est heureux qu'elle aboutisse à des résultats pratiques, mais elle en est indépendante et s'oriente de plus en plus vers la connaissance. Elle n'a jamais prétendu se substituer au réel, qu'elle s'efforce seulement de transcrire intelligiblement. L'antiintellectualisme aboutit au mysticisme, par son goût pour la métaphore, l'obscur, le transcendant, et au scepticisme en niant la réalité des faits, en prétendant qu'ils sont le produit d'un abstractionnisme faux, en donnant au concept de loi un sens que les savants ne lui ont jamais donné, — à une doctrine, en un mot, de mobilisme universel, qui voudrait changer les conditions de l'intelligibilité. G. B.

Isis - (Tome I, fasc. 2, 1913). — 1. « WILHELM OSTWALD, *Genie und Vererbung* » (*Génie et hérédité*). — On peut expliquer la produc-

tion du génie, soit en l'attribuant à une combinaison spéciale qu'affecteraient entre elles les propriétés ancestrales dans un individu donné (« composition en mosaïque » de De Vries), soit en y voyant l'effet d'une mutation brusque. Les deux explications sont également plausibles et chacune d'elles rend compte d'un certain nombre de particularités que présentent les hommes de génie. Mais la première ne constitue encore qu'une vue de l'esprit, tandis que la mutation brusque est un fait établi expérimentalement. C'est donc à celle-ci que vont momentanément les préférences de M. Ostwald. Nous savons toutefois que les mutations brusques donnent naissance à des espèces stables, et dans les cas des hommes de génie ce fait n'a pu être vérifié, parce qu'ils disparaissent le plus souvent sans laisser de descendance. Mais l'examen de ces écarts de la moyenne qui, sans aboutir au génie proprement dit, donnent naissance à des hommes doués de qualités supérieures, montre que ces qualités se transmettent héréditairement; et nous pouvons conclure par analogie qu'il doit en être de même des propriétés dont l'ensemble constitue le génie. — 2. « W. C. D. and C. D. WHETHAM, *Three English men of science* » (*Trois savants anglais*). — Ces trois savants sont Isaac Newton, Charles Darwin et William Thomson (Lord Kelvin) auxquels la science du XIX^e siècle doit ses conquêtes les plus capitales et qui présentaient non seulement le même type mental, mais aussi le même type physique: taille supérieure à celle de la moyenne des Anglais, cheveux clairs, yeux bleus ou gris. Ils appartenaient donc par leurs caractères physiques à la race du Nord, c'est-à-dire à la race qui a imprimé à la civilisation européenne cette orientation scientifique qui signifie le triomphe de la raison, de l'observation et de l'expérience sur la sorcellerie, la magie, la superstition et l'expression émotionnelle. Mais il y a plus: les régions de l'Angleterre où sont nés ces trois savants ou leurs ascendants directs (Lincolnshire pour Newton et Darwin, le Nord de l'Irlande, ou l'Irlande « Scandinave », par opposition à la « Celtique », pour Thomson) font précisément partie des territoires qui ont été peuplés par les descendants de la race du Nord. Et, dernière particularité, tous les trois ont fait leurs études à l'Université de Cambridge qui, par sa position géographique, avait toujours puisé la majorité de ses élèves dans les populations du Nord et de l'Est de l'Angleterre (c'est-à-dire dans les populations descendant de la race du Nord) et a donné au pays ses savants les plus grands et les plus illustres. — 3. « GEORGE SARTON, *Comment augmenter le rendement intellectuel de l'humanité* ». — L'auteur publie dans ce numéro, après une introduction, les deux premiers chapitres (*Le Génie scientifique, Le Génie et la race*) d'un travail qui doit en comprendre neuf. Lorsque ce travail sera achevé, nous lui consacrerons un compte rendu détaillé. — 4. « DAVID EUGENE SMITH, *The Geometry of the*

Hindus » (*La Géométrie des Hindous*). — L'achèvement de la traduction de *Ganita-Sāra-Sangraha*, de Mahāvīrācārya, par le professeur Rangācārya, fournit à M. Smith l'occasion de revenir sur la géométrie des Hindous. La conclusion à laquelle il aboutit est celle-ci: la géométrie démonstrative, et même les règles élémentaires de la mensuration n'existaient pas chez les Hindous comme science autonome ou production nationale; les Hindous se sont distingués dans d'autres branches des mathématiques où ils se sont acquis des mérites incontestables, mais la science de la mensuration était chez eux une science dérivée, qui leur est parvenue par des voies de communication défectueuses et qu'ils n'ont jamais ni comprise ni appréciée. L'Orient a réalisé de bonne heure des progrès en algèbre, en trigonométrie et a créé un remarquable système de nombres, mais il a ignoré la géométrie jusqu'à une époque relativement moderne.

S. J.

Knowledge - (Juin 1913). — « F. W. HENKEL, *Comets* » (*Les comètes*). — L'auteur passe successivement en revue nos connaissances actuelles relatives aux comètes. En ce qui concerne, par exemple, leurs orbites, on admet généralement qu'elles ont la forme parabolique, mais ceci n'est qu'une définition approximative, car une comète qui se déplacerait selon une parabole (et à plus forte raison selon une hyperbole) ne serait vue qu'une seule fois et ne reviendrait jamais. Une orbite rigoureusement parabolique est d'ailleurs pratiquement impossible, puisque la moindre diminution de vitesse due à l'action planétaire suffit à transformer la parabole en ellipse. On peut donc admettre que la véritable orbite des comètes est constituée par des ellipses longues et excentriques. L'auteur se range ensuite à la théorie qui attribue à l'action d'un milieu résistant et (selon Faye) mouvant les modifications qu'on observe dans les périodes des comètes: accélération pour les comètes à mouvement direct (comète de Encke), retard pour celles à mouvement rétrograde (comète de Halley). Il décrit enfin les remarquables modifications qu'avait présentées la queue de la comète découverte par Morehouse le 1^{er} septembre 1908 et les intéressantes observations spectroscopiques qui ont été faites en cette occasion.

S. J.

Monist - (Juillet 1913). — « PHILIP E. B. JOURDAIN, *Robert Hooke as a Precursor of Newton* » (*Robert Hooke précurseur de Newton*). — Cet article renferme des données très intéressantes sur un obscur précurseur de Newton, Robert Hooke, né en 1635, mort en 1703. C'était un homme doué d'une imagination très fertile, qui a fait beaucoup de découvertes intéressantes et a eu, sur les problèmes les plus fondamentaux de la physique et de l'astronomie, des intuitions géniales. Ces intuitions n'ont toutefois pas suffi à

immortaliser son nom, car si les idées se pressaient en foule dans son cerveau, il n'en était capable d'approfondir aucune, à cause de l'instruction incomplète qu'il avait reçue. L'auteur montre, documents à l'appui, que Newton n'a pu ne pas avoir connaissance des idées de Hooke, qu'il en a même certainement utilisé quelques-unes, sans toutefois avoir jugé utile de le reconnaître et de rendre justice à son collègue. M. Jourdain nous apprend ainsi en passant certaines petites faiblesses et faiblesses du caractère du « divin » Newton. Les travaux de Hooke se rapportent surtout à la gravitation universelle et à la loi générale des mouvements planétaires; c'est encore à lui qu'on doit l'initiative d'une nouvelle conception de la masse, distincte de l'idée cartésienne alors en cours. Contrairement à ce que pense Mach, l'imagination seule ne suffit pas à faire un grand savant, car alors Hooke serait plus grand que Newton; ce qui a permis à celui-ci de faire une des plus grandes découvertes de la science, ce n'est pas tant son imagination que les connaissances mathématiques qui faisaient à peu près totalement défaut à Hooke.

S. J.

Psiche - (Maggio-Giugno 1913). — « SANCTE DE SANCTIS, *La valutazione della intelligenza in psicologia applicata* » (*La mesure de l'intelligence en psychologie appliquée*). — Nous citerons les conclusions principales de cet article. En premier lieu, on ne doit pas confondre l'épreuve de la capacité intellectuelle avec l'inventaire de l'intelligence, de même qu'on ne confondra pas la capacité intellectuelle avec la ruse, ni avec l'ingéniosité à résoudre des difficultés pratiques, ni avec la rapidité des associations. Il faudra en outre faire une distinction entre le niveau intellectuel et le type mental, bien que celui-ci influe incontestablement sur celui-là. La méthode des *tests* de difficulté croissante est de la plus grande utilité et légitimité aussi bien en psychologie pédagogique que dans la psychologie des enfants anormaux. Mais on doit se rappeler que la méthode des *tests* est une méthode d'économie; aussi les réactifs doivent-ils être clairs et brefs et appliqués par des personnes compétentes. Enfin pour que la méthode des réactifs offre à la psychologie appliquée une aide sérieuse et avantageuse, deux conditions doivent être remplies: la coopération de psychologues, de pédagogues, de criminologistes et de psychiatres et l'organisation consécutive des résultats de cette coopération.

S. J.

Revue Anthropologique - (Juillet-Août 1913). — « MAX KOLLMANN, *Les idées nouvelles sur le déterminisme du sexe* ». — La question du déterminisme du sexe chez l'homme n'a jamais cessé d'être actuelle. Une théorie récente, celle de M. Robinson, vient précisément de donner, dans ces derniers temps, une sorte de renouveau à la ques-

tion. L'attention de M. Robinson fut attirée par cette observation que les femmes atteintes pendant leur grossesse de vomissements incoercibles donnent très généralement le jour à des filles. Or, ces vomissements disparaissent très souvent à la suite de l'administration d'adrénaline, c'est-à-dire du produit de sécrétion des capsules surrénales. Les vomissements sont donc dus à un état d'insuffisance surrénale. De là à voir un rapport entre cette insuffisance surrénale et le déterminisme du sexe femelle, il n'y avait qu'un pas. M. Robinson l'a franchi à l'aide de la méthode expérimentale. Si l'insuffisance détermine le sexe femelle, au contraire l'administration intensive d'adrénaline doit créer une tendance mâle. Des cobayes femelles furent soumis au traitement opothérapique surrénal, pendant un certain temps, puis mis en contact avec des mâles non traités. Le résultat fut net: la proportion des descendants mâles s'éleva considérablement et atteignit 84,3 p. 100. . F. S.

Revue des Deux mondes - (15 Juillet 1913). — « A. DUFOURCQ, *Les origines de la science moderne* ». — L'antiquité a vécu sur les idées essentielles du système aristotélicien, qui a dominé en Europe jusque dans la moitié du XIII^e siècle. A cette date, l'Université de Paris entreprend de renouveler les bases de la science, et, avec Buridan, Nicolas Oresme, Albert de Saxe, des nouveautés ont été entrevues en cinématique, pesanteur, géométrie analytique, optique et magnétisme. La réaction antipéripatéticienne provient d'un goût nouveau pour l'expérimentation et d'une critique théologique de l'aristotélisme, qui niait à Dieu l'omnipotence. A l'école parisienne, dont l'influence rayonne quand elle a cessé elle-même d'être originale, se rattachent Nicolas de Cues et, par lui, Léonard de Vinci. G. B.

Revue Hebdomadaire - (16 Août 1913). — « G. BONNIER, *L'âge de la terre* ». — Selon les géologues, calculant la période de formation des roches sédimentaires, elle est vieille d'au moins mille millions d'années; selon les géographes, étudiant les plissements consécutifs au refroidissement, de 2000 millions; selon les physiciens, tirant parti des propriétés radioactives des métaux rares, de 13 à 16 cent millions. La terre continue d'être plastique, et le double mouvement dont elle est animée tendrait à lui donner la forme d'un tétraèdre régulier, ce qui paraît en effet ressortir de la répartition actuelle des terres et des mers. G. B.

Revue d'Histoire et de littérature religieuse - (Mai-Juin 1913). — « A. LOISY, *Les mystères d'Éleusis* ». — Culte local placé sous le contrôle d'un autre état, l'état athénien, les mystères éleusiniens comportaient des rites, des formules et des objets sacrés qui nous

sont mal connus; leur objet l'est davantage: ils assuraient la bienheureuse immortalité. Les petites Éleusines préparaient aux grandes. L'initiation comportait deux degrés, l'initiation commune et l'époplie, très mal connue, mais gravitant autour du thème mythique de Corè et de Déméter. Un mariage mystique entre l'hiérophante et une prêtresse symbolisait la fécondité de la terre, d'où sortait l'enfant divin Brimos. Les initiés voyaient une succession de scènes tristes et gaies, qui les sauvait de la mort. Il est difficile de dire comment cette foi est sortie des vieux rites agraires qui forment l'ossature des mystères; peut-être faut-il admettre l'influence du culte dionysiaque.

— (Juillet-Août 1913). — L. « A. LOISY, *Cybèle et Attis* ». — Culte d'origine phrygienne gravitant autour des légendes de Cybèle, Adistis et Attis, il fut introduit à Rome au début de la 2.^{me} guerre punique et resta jusqu'au règne de Claude un culte asiatique. Il était rendu par des prêtresses et des eunuques, dont l'initiation sacerdotale, comportant la mutilation des organes virils, était un véritable accès de folie collective. Toutes les pratiques du rite, où le taurobole et le criobole ont une place, proviennent de mythes enchevêtrés, où la résurrection d'Attis a un caractère nettement agraire. L'idée d'immortalité est intervenue dans le culte à une date indéterminée, peut-être sous l'influence des cultes dionysiaque et éleusinien. — 2. « L. COULANGE, *Le Christ alexandrin* ». — Le « logos » de la philosophie philonienne est l'aboutissant d'un long travail de la pensée gréco-égyptienne. Ce « logos » a fait partie des conceptions chrétiennes lors de l'entrée des intellectuels alexandrins dans les communautés chrétiennes, vers 60, et il y prendra une place de plus en plus grande: l'Épître aux Hébreux est un mélange de paulinisme et d'alexandrinisme; dans le quatrième évangile, l'empreinte alexandrine est encore plus apparente. Mais c'est Justin qui est par excellence le théologien du « logos »: de Justin relèvent Tatien, Irénée, Tertullien, Hippolyte, et, à certains égards, Clément d'Alexandrie et Origène. Mais la christologie primitive, en Orient, n'a pas disparu, et elle a trouvé dans Paul de Samosate un défenseur.

— (Septembre-Octobre 1913). — « A. LOISY, *Isis et Osiris* ». — Les mystères isiaques proviennent des mystères osiriens, qui sont eux-mêmes l'ancien culte osirien d'Égypte, hellénisé et dénationalisé au temps des Ptolémées. Dans l'ancien culte, les rites agraires, pharaoniques et mortuaires s'enchevêtraient; la base primitive semble pourtant avoir été le sacrifice d'un homme incarnant l'esprit de la végétation. La notion d'immortalité fut introduite dans ce culte par les Grecs. Les mystères isiaques n'ont été que la commémoration de la passion d'Osiris, dont les effets immortalisants ont été étendus à tous les hommes. Le rituel isiaque est, sur un nombre considérable de points, analogue au rituel chrétien. G. B.

Revue du Mois - (10 Juillet 1913). — « LECLERC DU SABLON, *La transpiration des plantes* ». — Ce n'est pas une simple évaporation; la lumière joue un rôle important. L'eau traverse en effet la membrane protoplasmique des cellules, qui empêche le passage des sucs dissous, et la perméabilité de cette membrane est plus grande à la lumière qu'à l'obscurité. Mais il existe une sensibilité protoplasmique qui arrête, par suite de la contraction du protoplasma, la perméabilité de la membrane, dès que la quantité d'eau transpirée peut gêner la vie de l'organisme; la perméabilité est complète avec la mort. La transpiration ne sert ni à la pénétration des sels dans la plante, ni à la montée de la sève; elle constitue seulement une condition des échanges gazeux.

— — (10 Août 1913). — « L. BOURGOIS, *Les anciennes mathématiques japonaises* ». — Les mathématiques chinoises ont eu une grande importance jusqu'au ^{xr} siècle, date de leur décadence jusqu'en 1603. De 1603 à 1868, on a repris au Japon l'étude des livres chinois; c'est l'ère des Wasan (= calcul japonais), avec les grands Seki et Takebe. Les hommes des Wasan sont arrivés à des résultats intéressants dans les questions de rectification, quadrature et cubature. Il est vraisemblable que les mathématiques européennes n'ont pas été ignorées par les Wasanka. G. B.

Revue de Paris - (15 Avril 1913). — « L. HOULLEVIGUE, *La carte du ciel* ». — Les tables de pierre des premiers hommes sont la forme primitive des cartes célestes. Chez les Égyptiens, des lignes de visée ont permis de vagues mesures angulaires. Le dioptré des Grecs a assuré à Hipparque et Ptolémée de belles investigations. Les observations de Tycho-Brahé, au ^{xvr} siècle, groupent un catalogue de 1005 étoiles. La lunette astronomique, inventée au début du ^{xvii} siècle, transformée un siècle plus tard en instrument de mesure, renseigne, en 1725, sur 3300 étoiles. Au milieu du ^{xix} siècle, Argelander donne un catalogue de 324.000 étoiles jusqu'à la 10^e grandeur. Les étoiles de la seizième grandeur, qu'on peut atteindre avec les meilleures lunettes, sont au nombre de 2 à 3 milliards. Pour de pareils nombres, l'observation est insuffisante; on y a substitué la photographie, possible avec les plaques en gélatino-bromure et la compensation mécanique des mouvements astraux. A partir de 1887, on s'est mis méthodiquement à photographier le ciel, découpé en 22154 carrés. Le principal fait qui se dégage de ces travaux, c'est qu'il n'y a pas une répartition uniforme des étoiles; notre système solaire paraît faire partie d'un amas assez lâche d'astres, entouré, mais à une grande distance, par la double ceinture de la voie lactée. G. B.

Revue Scientifique - (14 Juin 1913). — « FÉLIX LE DANTEC, *L'Œuvre de Lamarck* ». — « Si Lamarck a fait preuve d'un génie prodigieux en inaugurant le système transformiste, il a été peut-être plus extraordinaire encore en trouvant, du premier coup, les lois fondamentales de l'évolution des êtres vivants et en écartant immédiatement les phénomènes secondaires qui ont égaré Darwin et ses disciples ». Les deux lois fondamentales, énoncées par Lamarck, celle du développement des organes par l'habitude et celle de la transmission héréditaire des caractères acquis par le fonctionnement habituel, résument en effet, d'après M. Le Dantec, toute la Biologie. Leur vérité résulte de toutes les déductions qu'on peut faire des données biologiques connues. Or, les naturalistes n'aiment pas la méthode déductive: il leur faut des preuves immédiates. C'est pourquoi les uns ont déclaré que les principes de Lamarck étaient insuffisants et qu'il leur en fallait ajouter de nouveaux (Ernst Haeckel), tandis que d'autres (Weismann) ont nié la vérité même des principes de Lamarck et que d'autres encore, refusant toute efficacité aux variations lentes, prétendent que l'évolution des espèces procède par bonds. M. Le Dantec s'applique à réfuter toutes ces objections et à défendre l'œuvre de Lamarck qui était, dit-il, non un naturaliste, mais un physicien de race, en ce sens qu'il a toujours accordé au raisonnement au moins autant de valeur démonstrative qu'à l'observation *directe*. Il a fait la synthèse de tous les faits connus et il en a tiré indirectement des lois plus générales et aussi solides que celles qu'il aurait tirées directement d'une observation particulière ».

— (21 Juin 1913). — « W. NERNST, *Sur la récente évolution de la Thermodynamique* ». — Après avoir montré que les nouvelles découvertes concernant les corps radioactifs et les récentes recherches sur la chaleur spécifique, sans avoir rien changé aux formules de la thermodynamique classique, nous ont fourni de nouveaux points de vue concernant les applications de la thermodynamique, l'auteur aborde la question tant controversée des rapports entre le dégagement de chaleur et l'affinité chimique, question qui, dans son état actuel, nous permet d'entrevoir la possibilité d'ajouter un « nouveau principe » aux deux principes fondamentaux, déjà connus, de la Thermodynamique. Alors que le premier et le deuxième principe peuvent être déduits du fait que certains dispositifs sont irréalisables malgré tous les efforts, le « nouveau principe » peut être mis en évidence, dans son acception la plus large, par l'impossibilité de produire certains effets, et formulé ainsi que suit: « il est impossible de faire un appareil frigorifique au moyen duquel on enlèverait complètement la chaleur contenue dans un corps, c'est-à-dire avec lequel on pourrait refroidir jusqu'au zéro absolu ». On peut déduire la représentation mathématique de ce principe, en

tenant compte du fait expérimental qu'aux très basses températures la chaleur spécifique devient extrêmement petite.

— — (12 Juillet 1913). — « A. BERTHELOT, *Les mécanismes biologiques et les phénomènes électriques* ». — Certains animaux ayant le sens électrique particulièrement développé, une étude approfondie de leurs mécanismes biologiques est de nature à enrichir considérablement nos connaissances relatives aux phénomènes électriques. La découverte du courant électrique ne s'est-elle pas produite comme couronnement d'une discussion sur la physiologie de la grenouille? Qu'on se rappelle en outre les travaux si différents que l'étude du poisson électrique, la torpille, a inspirés à Volta et à Cavendish. Et, de nos jours, c'est encore à la structure capillaire de la torpille que M. Lippmann a emprunté son moteur électrocapillaire. Après une comparaison entre les dispositions des machines animales et celles des machines artificielles et passant à un autre ordre d'idées, l'auteur montre que l'étude de la structure du vers luisant peut contribuer dans une grande mesure à la solution du problème de l'éclairage: si nous réussissions en effet à reproduire cette structure dans nos appareils, nous aurions un éclairage tel qu'il doit être, c'est-à-dire purement chimique, au lieu de l'emprunter, comme nous le faisons aujourd'hui, à des sources thermiques.

— — (26 Juillet 1913). — « R. LEGENDRE, *La survie des cellules et des organes* ». — La réclame quelque peu tapageuse que la presse quotidienne a faite aux fameuses expériences de Carrel est de nature à faire croire que celui-ci a été le premier à réaliser la survie des organes et des tissus. Sans vouloir diminuer en rien le mérite de cet expérimentateur habile et ingénieux, il est pourtant juste de rappeler qu'il a eu de nombreux précurseurs, parmi lesquels l'auteur cite Ludwig, Kronecker, Arnaud, Hédon et Gilis, etc. Il cite à ce propos les recherches qu'il poursuit lui-même, depuis 1909, en collaboration avec le D.^r Minot. Ces recherches, poursuivies au laboratoire de Physiologie générale du Muséum, portent sur la survie des ganglions spinaux des mammifères, du chien en particulier: en plaçant les tissus à l'étuve à 39° dans du sang défibriné que traverse un courant d'air ou d'oxygène, MM. Legendre et Minot ont réussi à conserver pendant quatre jours des cellules nerveuses survivantes et les ont vu créer de nouveaux prolongements, de nouvelles fibres nerveuses. L'auteur dit ensuite qu'il faut distinguer entre la conservation des tissus « à froid », qui peut être d'un grand intérêt pratique pour le chirurgien, et les expériences de survie à la température du corps qui peuvent nous apprendre beaucoup sur les conditions de la vie en général. S. J.

Revue internationale de Sociologie - (Juin 1913). — « ANDRÉ DE MADAY, *Le progrès* ». — Le progrès est synonyme de développe-

ment, d'évolution. Il faut donc considérer le progrès au point de vue objectif, comme l'accentuation d'une tendance ou la croissance d'une force déjà existante, ou comme la multiplication des résultats d'une telle force. Dans ce sens le progrès n'est ni bon ni mauvais, car la tendance de toute force en action à grandir, à multiplier ses mouvements ou ses effets est un progrès. Cela dit, il nous faut envisager le progrès social. Les sociétés humaines comprennent un ensemble considérable d'activités humaines ayant pour but la satisfaction des besoins par la vie en commun. Nous pouvons donc parler de progrès social chaque fois où nous nous trouvons en présence de phénomènes qui facilitent, perfectionnent, augmentent la satisfaction des besoins et la vie en commun, c'est-à-dire si les forces composant la société augmentent et si les institutions qui en résultent sont corroborées ou multipliées. Par contre le progrès social sera sérieusement compromis là où la satisfaction des besoins augmente, mais où les rapports humains diminuent, ou bien là, où les rapports humains augmentent, mais où la satisfaction des besoins diminue.

F. S.

CRONACA - CHRONIQUE

CHRONIK - CHRONICLE

CONGRÈS ET RÉUNIONS.

Réunion annuelle de la « British Association ».

La British Association a tenu sa réunion annuelle à Birmingham, du 10 au 10 septembre, sous la présidence de Sir Oliver Lodge qui a signalé, dans son discours inaugural, quelques-uns des défauts inhérents au mouvement scientifique moderne : perte du sens de la continuité, comme conséquence de l'atomisme à outrance ; vastes généralisations négatives, à partir d'un point de vue limité ; tendance à se réfugier derrière des affirmations vagues et à fuir l'examen de ce qui est mystérieux et obscur ; négation trop absolue de tout ce qui ne frappe pas les organes des sens et ne se prête pas à des expériences de laboratoire. Reprenant l'expérience qui a été inaugurée l'année dernière à Dundee, l'Association a offert au grand public, à celui qui ne peut s'intéresser à des questions spéciales, cinq conférences d'un intérêt général et présentées sous une forme accessible. C'est ainsi que le D.^r A. C. Haddon a parlé de *l'Art décoratif des sauvages* ; le D.^r Vaughan Cornish sur *Le canal de Panama* ; le D.^r Leonard Doncaster sur *L'hérédité dans ses rapports avec l'homme* ; le D.^r W. Rosenhain sur *La structure microscopique des métaux* ; et le D.^r F. Soddy sur *La radio-activité*. Le congrès était divisé en un certain nombre de sections correspondant aux branches spéciales de la science et dans les séances desquelles ont été passées en revue toutes les questions qui sont à l'ordre du jour du mouvement scientifique contemporain.

VI^e Congrès de la Société italienne pour l'avancement des sciences.

Plus de quatre cents savants et personnes cultivées se sont réunis à Sienne du 22 au 27 septembre, à l'occasion du Congrès de la Société italienne pour l'avancement des sciences. Au cours de la première séance, après les quelques mots d'ouverture de M. Credaro, Ministre de l'Instruction

Publique, le professeur Antonio Garbasso, de l'Université de Gênes, a prononcé, de vant toutes les sections réunies, un discours inaugural sur *Les principes de la mécanique*. Il y développa cette idée que, contrairement à ce que pensent beaucoup de philosophes modernes, sans distinction d'écoles, depuis Auguste Comte jusqu'à Benedetto Croce, à savoir que les principes de la mécanique possèdent, comme ceux des mathématiques, un caractère absolu et *a priori*, ces principes ne seraient que des généralisations *a posteriori* de données de l'expérience. Et dans une vaste synthèse de l'histoire des doctrines de la mécanique, M. Garbasso a cité une foule de faits destinés à prouver que les phases de développement rapides et de progrès véritable des doctrines mécaniques ont toujours coïncidé avec les moments des découvertes les plus significatives dans le domaine de la physique, c'est-à-dire dans le domaine des faits et des expériences. — Parmi les discours d'un caractère général prononcés les jours suivants devant toutes les sections réunies, plusieurs ont présenté un très grand intérêt. Le professeur Millosevitch, de l'Observatoire du Collège Romain, a parlé, dans une conférence intitulée *Uranie et Clio*, de l'aide réciproque que peuvent se prêter les études astronomiques et celles de chronologie historique, et plus spécialement des enseignements que celles-ci peuvent tirer de celles-là. C'est ainsi par exemple que la date de la bataille de Chéronée n'a été fixée avec certitude que parce que Xénophon dit qu'elle avait coïncidé avec une éclipse du Soleil; et la détermination de l'origine de l'ère vulgaire a pu être faite grâce à un passage de Joseph Flavius relatif à la mort d'Hérode et où il est dit que cette mort était survenue cinq jours après une éclipse de la lune, la date de cette éclipse ayant pu être établie à l'aide de méthodes astronomiques. — M. le professeur Bellucci, de Pérouse, a parlé *De la foudre d'après la pensée populaire antique et moderne*, en retraçant, à travers les époques païenne et chrétienne et jusqu'à nos jours, l'histoire de la curieuse croyance d'après laquelle la foudre ferait tomber sur la Terre une pierre à laquelle on attribue des vertus magiques, et dans laquelle on reconnaît souvent, en effet, quelque pierre travaillée, une hache ou une pointe de flèche datant de l'époque paléolithique ou néolithique. — M. le professeur Bonucci a parlé des *Bases de l'accord entre la construction scientifique et la réalité*, en réfutant les conceptions philosophiques auxquelles certains travaux, ceux de Poincaré surtout, ont imprimé récemment une si forte impulsion, et d'après lesquelles la construction scientifique serait fatalement une construction intellectuelle conventionnelle, prédéterminée dans ses lignes et limitée dans son extension, non par les conditions et les formes du monde réel, mais par la nature de notre intellect. — Parmi les nombreux discours de sections, mentionnons: celui du professeur De Sarlo *Sur la formation de la conscience philosophique moderne*, où se trouva mise en lumière l'influence que le criticisme, le psychologisme, le mouvement socialiste et l'historisme ont exercé et exercent encore sur cette formation; celui du professeur Baccarini: *Les plantes possèdent-elles des facultés psychiques?*, ce discours ayant donné lieu à une intéressante discussion, à laquelle ont pris part le professeur Camillo Acqua, de l'Université de Rome, et le docteur Assagioli, rédacteur en chef de « Psiche », sur les limites de la signification qu'on peut attribuer à l'expression *facultés psychiques d'une plante*; mentionnons enfin le discours

du même docteur Assagioli sur *Les erreurs des savants*, erreurs d'observation et d'interprétation, généralisations arbitraires, abus d'analogies, simplicisme et usage erroné du concept de cause, erreurs dues aux tendances affectives et professionnelles et, erreurs les plus insidieuses, celles dues à manque de précision du langage. Dans son ensemble, le congrès a fourni la preuve d'un intense mouvement d'activité scientifique.

XVII^e Congrès international de médecine.

Le dix-septième Congrès international de médecine s'est tenu à Londres du 1^{er} au 6 août de cette année. Il avait attiré une assistance de huit mille personnes environ, chiffre qui n'avait jamais été atteint auparavant, même de loin, par aucun congrès. En proportion avec ce nombre énorme de congressistes se trouve aussi, cela va sans dire, celui des communications. Il nous est impossible, on le comprendra facilement, non seulement de les résumer, mais même de les énumérer ici. Bornons-nous à relever dans la masse celles qui présentent un intérêt vraiment capital, émanant de savants auxquels la médecine moderne doit quelques-uns de ses progrès les plus notables. Signalons donc la communication très intéressante du professeur Chauffard, de Paris, sur *Le pronostic en médecine*; celle du professeur Ehrlich, qui a fourni à l'humanité une arme si puissante dans sa lutte contre la syphilis, sur *La chimio-thérapie*; celle du professeur Bateson sur *L'hérédité*. Le professeur Harvey Cushing, de Harvard, dans sa communication sur les rapports entre la médecine et la chirurgie, a présenté la défense la plus fine et la plus intelligente de l'expérimentation sur des animaux et a fait adopter par le congrès une résolution en faveur de la vivisection. Dans la section de la médecine légale, une communication du D.^r Laquer, de Wiesbaden, a donné lieu à une discussion des plus intéressantes sur *Les rapports entre l'alcoolisme et la dégénérescence*. Notons encore une communication de Sir Victor Horsley sur *Les traitements chirurgicaux des tumeurs cérébrales* et la discussion sur le cancer, au cours de laquelle le D.^r Bashford a fait part des résultats obtenus jusqu'à ce jour par la Commission Impériale des Recherches sur le cancer. Le D.^r Freund, de Vienne, qui a suivi le D.^r Bashford, a exposé ses recherches qui ont abouti à la découverte, dans les cellules malignes, d'une substance toxique pour les cellules normales, et *vice-versa*. On sait que se basant sur la fondamentale découverte stéréo-chimique de Pasteur, le D.^r John Beard, d'Edimbourg, a émis récemment l'opinion qu'il existe des ferments spécifiques susceptibles de favoriser ou de neutraliser les processus chimiques dans les cellules malignes. Il semblerait que la découverte de M. Freund fournit une confirmation à cette opinion, et tout porte à croire que c'est en orientant les recherches dans cette direction qu'on a le plus de chances d'obtenir des données certaines relativement à la nature et à l'origine du cancer.

Congrès de l'Association médicale britannique.

L'Association médicale britannique vient de tenir son congrès à Brighton, avec un succès dont il convient de féliciter hautement le corps médical anglais. On y a entendu un discours des plus intéressants du pro-

fesseur C. G. Barkla sur *L'emploi des radiations secondaires des rayons X en médecine*: il a longuement insisté sur ce fait que toute l'action chimique, thérapeutique et physique attribuable aux rayons X est due à la radiation secondaire des électrons négatifs; pour qu'un organe puisse être influencé, il faut qu'il y ait transformation de l'énergie des radiations Röntgeniennes en énergie de radiation corpusculaire et absorption de celle-ci par l'organe respectif. Une communication du professeur Dixon a été le point de départ d'une vaste discussion sur *L'anaphylaxie*; le professeur Dixon explique l'anaphylaxie par la théorie des ferments, basée sur des faits physiologiques soigneusement enregistrés, tandis que la théorie « classique » des chaînes latérales constitue une hypothèse purement spéculative et que la « théorie colloïdale », plus récente, est encore insuffisamment fondée. Le professeur George R. Murray a fait un rapport magistral sur *Le rôle des sécrétions internes dans la genèse des maladies*; il a établi une distinction entre les « hormones » excitants et les « hormones » inhibitoires et insisté sur les rapports qui existent entre le corps thyroïde et le pancréas, ces deux glandes tendant à s'inhiber réciproquement. Nous avons peut-être dans ce dernier cas une explication du mécanisme du diabète et de toutes les formes de glycosurie.

Congrès annoncés.

*** *Congrès international de neurologie, psychiatrie et psychologie*. — Un nouveau Congrès international de neurologie, psychiatrie et psychologie se tiendra à Berne en 1914, à l'occasion de l'exposition nationale de Berne, du 7 au 12 septembre. Ce congrès est organisé par la Société Suisse de neurologie. S'adresser au président de cette Société, le professeur Paul Du Bois [Universität, Medizinische Fakultät, Bern].

*** *Congrès de l'Association italienne pour l'avancement des sciences*. — Le septième Congrès de l'Association italienne pour l'avancement des sciences aura lieu en 1914 à Bari.

NOUVELLES DIVERSES.

Les habitants des États-Unis d'origine étrangère.

Nous avons cité, dans le précédent numéro de « Scientia », quelques-uns des résultats fournis par l'élaboration des données du dernier recensement américain (1910) et relatifs à la population noire des États-Unis. Il nous a paru également intéressant de relever les résultats que l'élaboration de ces mêmes données a mis au jour en ce qui concerne l'importance numérique des habitants des États-Unis nés à l'étranger ou dont les deux ascendants sont nés à l'étranger. Ces étrangers, et individus d'origine étrangère, qui étaient en 1850 au nombre de 2.200.000, avaient déjà atteint en 1880 le nombre de 6.700.000 et forment actuellement, en chiffres ronds, une population de 13.300.000 individus. Dans ce nombre, les Allemands représentent une proportion de 17 %, les Russes de 13 %, les

les Irlandais de 12 %; les Austro-Hongrois et Roumains y figurent dans une proportion de 12 %, les Italiens de 11 %, les Scandinaves de 10 %, les Anglais et Écossais de 9 %, les Canadiens de 8 %. Le reste est représenté par des nationalités diverses. De 1880 à 1910, le groupe allemand a diminué de moitié par rapport à l'ensemble des étrangers, et le groupe irlandais de deux tiers, tandis que le groupe russe, qui était à peu près nul en 1880, a passé, ainsi que nous venons de le dire, à 13 %. Actuellement, dans treize des plus grands États de l'Union Américaine (Michigan, Illinois, Wisconsin, Minnesota, North Dakota, South Dakota, Montana, New-York, Massachusetts, Rhode-Island, Connecticut, New-Jersey, Utah), *plus de 50 % de la population est étrangère ou d'origine étrangère*; dans seize États la population étrangère ou d'origine étrangère forme 25 à 50 % de la population totale; dans six États 10 à 25 % des habitants sont étrangers ou d'origine étrangère.

Les fouilles de Méroë.

Les fouilles entreprises il y a quatre ans seulement, sous la direction du professeur John Garstang, dans l'ancienne capitale éthiopienne, ont déjà donné des résultats remarquables, en faisant surgir de terre une ville entière, avec ses temples, ses monuments, ses édifices publics, ses rues et ses places; c'est ainsi qu'on a pu exhumer un Temple du Soleil, un Temple d'Ammon, un vaste palais de l'époque probablement romaine, deux autres petits temples dont un consacré à une divinité léonine, un ancien temple d'Isis, reconstruit plus tard, des poteries méroïtiques, et plusieurs centaines de sarcophages. Tout dernièrement, on a encore découvert le palais royal avec les thermes royaux adjacents, un trésor d'or. Sous le seuil d'un autre édifice public, on a trouvé, soigneusement cachés dans le sable, les restes d'une construction parmi lesquels on a découvert une belle tête en bronze d'Auguste; un peu plus loin les fouilles ont mis au jour un petit temple de style romain et une foule d'autres objets qui, contrairement à l'opinion généralement admise, prouveraient que les troupes romaines avaient pendant un certain temps occupé la capitale éthiopienne. On ne peut pas dire toutefois que la civilisation romaine ait laissé en Ethiopie une trace bien profonde; il en est de même de la civilisation grecque.

Le crâne de Piltdown.

Le crâne de Piltdown a donné lieu à des débats assez animés au sein de la section anatomique du Congrès international de médecine qui s'est tenu à Londres du 1^{er} au 6 août de cette année et dont nous parlons plus haut. Les parties fossiles de ce crâne ont été ajustées par le D.^r Smith Woodward de façon à représenter un crâne en partie simiesque, en partie humain, et qui a reçu le nom de *Eoanthropus dawsonii*. D'après ce modèle, le cerveau aurait eu une capacité de 1076 c. c. M. Smith Woodward fait dater ce crâne des premiers débuts de l'époque pléistocène, et le professeur Rutot, de Bruxelles, croit que la couche de sable Piltdownienne, dans laquelle ont été trouvés les restes en question, appartient à la dernière partie de la période pliocène. Or, le professeur Rutot évalue la durée de la période pléistocène

à 150.000 années, tandis que le professeur Penk, dont les études sur la période glaciaire font autorité, assigne à cette durée 500.000 à 1.500.000 années. D'un autre côté, le professeur Keith, du Collège Royal de Chirurgiens, prétend que la portion de crâne exhumée représente une tête humaine large et bien modelée et estime sa capacité cérébrale à 1500 c. c., c'est-à-dire légèrement supérieure à la capacité moyenne des cerveaux modernes. La discussion reste ouverte. Mais on en comprend l'intérêt, car selon que les événements et faits ultérieurs donneront raison à M. Woodward ou à M. Keith, nous devons placer les débuts de la culture humaine soit vers le milieu du pléistocène, soit à une période géologique infiniment plus éloignée, un million d'années en arrière.

Monumenta hebraïca.

S. Funk, W. A. Neumann et A. Wünsche ont entrepris la publication des *Monumenta hebraïca* dont la première section, réservée aux *Monumenta talmudica*, constituera un tout indépendant et comprendra six volumes. Le premier est consacré à l'histoire de la Babylonie et d'Israël et à la description des croyances des Israélites. Le deuxième concerne le droit; le troisième, la théologie; le quatrième, les traditions populaires; le cinquième l'histoire des Grecs, des Romains, des Iraniens et des Juifs; le dernier, les sciences profanes. Il est à remarquer que les trois rédacteurs de cette compilation appartiennent à des confessions différentes et représentent ensemble la religion israélite, le catholicisme et le protestantisme. L'éditeur de l'ouvrage est l'Orion-Verlag [Alserstrasse 47, Wien].

Un dictionnaire de sociologie.

La librairie Veit et Co., de Leipzig, se propose d'entreprendre la publication, en langue allemande, d'un *Dictionnaire de sociologie*, qui comptera cinq volumes de 800 pages chacun. La direction en est confiée à M. Robert Michels. Le programme de ce dictionnaire indique qu'il s'efforcera de montrer aux lecteurs cultivés tout ce que la sociologie a déjà réalisé de bon et d'utile, et de faire ressortir en même temps tout ce qu'il reste encore à faire dans cette science. Il ajoute: « Nous tendrons de toutes nos forces à obtenir la plus grande objectivité dans la rédaction des articles et à faire preuve de la plus grande impartialité dans le choix des auteurs ».

Nonvelle revue.

Vient de paraître le 1^{er} N.^o de « Bios, Rivista di Biologia sperimentale e generale ». Cette revue, dirigée par M. Paolo Enriques, de Bologne, a été fondée dans le but d'établir un point de contact entre les biologistes qui, séparés les uns des autres par leurs laboratoires et par les branches spéciales de recherches dans lesquelles ils se sont confinés, n'en éprouvent pas moins de temps à autre le besoin de « sortir de leur nid » et de voir un peu ce qui se passe chez le voisin. Loin de vouloir réagir contre la division du travail qui est une des conditions essentielles de la recherche

scientifique, les fondateurs de « Bios » se proposent seulement de remédier un peu à cet isolement intellectuel dont souffrent surtout ceux qui, comme les biologistes, cultivent les sciences expérimentales. C'est dire que « Bios » accueillira des travaux sur les questions biologiques les plus variées, et nous trouvons dans ce premier numéro les articles suivants: *Sur l'origine, le siège et la différenciation blastodermiques de l'ébauche du sang et des vaisseaux sanguins*, par M. A. Ruffini; *Sur le pigment dans le système nerveux des Invertébrés et sur ses modifications expérimentales*, par MM. Paolo Enriques et Jules Zweibaum; *Sur la diffusion des ions dans les corps des plantes, plus spécialement en rapport avec le lieu de formation des substances protéiques*, par M. C. Acqua; *Organication et organisation*, par M. R. Pirrotta; *L'acide cyanhydrique et la synthèse des substances protéiques chez les végétaux*, par M. Ciro Ravenna; *Processus régressifs etc. de l'épithélium rénal dans les hydronéphroses*, par M. Guido Vernoni.

Une rubrique spéciale, intitulée Propositions et Questions, est destinée à enregistrer les vœux des lecteurs et rédacteurs de « Bios » et à servir de sorte de « boîte aux lettres » pour les demandes de renseignements scientifiques, bibliographiques etc. et pour les réponses à ces demandes.

ASPERGES FILIPPO - responsabile.

MILANO - TIPO-LIT. REBESCHINI DI TURATI & C.

SUPPLÉMENT

TRADUCTIONS FRANÇAISES DES ARTICLES
ALLEMANDS, ANGLAIS ET ITALIENS

L'ESPACE INTERSTELLAIRE

1. Depuis que « les ballons-sondes » de feu Teisserenc de Bort, et les recherches d'Alfred Wegener nous ont familiarisés avec l'idée d'une atmosphère stratifiée consistant en plusieurs couches concentriques et distinctes, différant par leurs propriétés physiques, et même par leur composition chimique, l'espace au-delà des confins de l'enveloppe gazeuse de la terre semble plus éloigné et en vérité plus mystérieux que jamais. Il n'y a peut-être jamais eu parmi les esprits scientifiques autant de diversité d'opinions qu'à présent, en ce qui concerne l'espace interstellaire. L'« éther » de l'espace a connu bien des vicissitudes. La sphère de feu céleste des Alexandrins, les tourbillons porte-planètes de Descartes, ont dû faire place au solide élastique de Young, Fresnel et Stokes, et ceux-ci ont dû s'effacer à leur tour devant l'éther électromagnétique de Maxwell. A l'heure actuelle, nous avons au moins trois théories défendues par des hommes qui comptent. L'une des écoles considère l'éther comme un milieu incompressible, très rigide et très dense. Une autre le voit composé de particules beaucoup plus petites que les électrons. Et la troisième nie son existence et essaye de le rayer de la liste des conceptions physiques auxiliaires.

On ne peut le nier: c'est cette dernière thèse qui gagne chaque jour du terrain. On a attribué son succès à la loi du développement humain, qui le fait osciller entre deux alternatives jusqu'à ce qu'un fait se produise qui lui donne une impulsion finale dans l'une des deux directions. Qu'il en soit ainsi ou non, nous sommes dans une époque révolutionnaire dont les tendances sont plutôt vers l'émission que vers l'ondulation, pour les particules contre les fluides, pour les struc-

tures discrètes plutôt que continues. Ainsi, nous voyons s'ouvrir devant nous cet abîme béant de l'espace vide que l'on croyait avoir comblé une fois pour toutes avec l'éther.

2. Quelques-uns se réjouiront de ceci; ceux qui considéraient l'idée d'un fluide ubiquiste comme une intrusion dans leur individualité, une négation de cette conscience de soi-même, de cette séparation d'avec toutes choses qui est le trait le plus fier de l'intelligence humaine. Ces esprits acceptent très bien l'idée d'un espace qui présenterait de vastes régions de néant, leur offrant ainsi, comme une toile non encore peinte, des possibilités infinies d'événements et expériences. A travers ce néant, ils reçoivent des messages d'autres mondes, des traits de lumière de toutes couleurs, mais quand les messages ont passé dans leur vol ailé, le vide reprend sa pureté primitive.

Mais, que devient alors l'unité de l'univers? L'esprit humain ne demande-t-il pas un ciment universel, une chaîne ininterrompue reliant tout le monde visible? Sans doute, mais pourquoi chercher ce lien dans quelque chose de physique, comme l'éther qui constitue lui-même un nouveau problème et même un amas de problèmes? Telle est la réponse de ceux qui nient l'éther, et voudraient le rayer du monde de la science.

3. Examinons cet espace vide. Où le trouverons-nous? Evidemment, en dehors de l'atmosphère de la Terre. On ne peut le trouver dans le vide artificiel le plus parfait, où existent des milliers de millions de molécules, dans chaque centimètre cube. Il nous faut dépasser la troposphère où résident les nuages, et atteindre la limite du crépuscule à 70 kilomètres de la surface de la Terre. De cette région de nuages lumineux, il nous faut monter à travers une atmosphère composée surtout d'hydrogène, jusqu'à cette région où l'aurore polaire trône sur un arc de lumière fixe, dont le spectre témoigne quelque peu de la présence d'un gaz analogue au coronium solaire. Nous montons ainsi à 200, 300 et même 400 kilomètres, et nous arrivons à ce niveau où ni le crépuscule bleu de l'hydrogène, ni l'aurore, ni l'éclat des météorites ne nous donnent les preuves de la présence d'une atmosphère. Et pourtant un manomètre délicat nous indiquerait ici un vide analogue à celui des laboratoires, et ce n'est que lorsque nous arrivons à une distance à peu près égale à celle du rayon de la Terre, que nous parvenons enfin dans les régions de l'espace interstellaire.

4. L'espace interstellaire ne peut être appelé vide, à moins que nous ne prouvions que de considérables espaces y sont dépourvus de toute matière pondérable. Un simple calcul nous montrera que c'est difficile à admettre d'après l'optique. Supposons qu'en dehors de notre atmosphère, il y ait un vide élevé tel que celui qu'on obtient dans un tube de verre à un cent-millionième d'atmosphère. L'espace se trouverait, alors, être un million de fois aussi transparent que notre atmosphère, et l'absorption de la lumière dans l'espace serait la même sur une distance de 800 millions de kilomètres, qu'à présent dans notre propre atmosphère dont l'épaisseur, si elle était homogène, serait seulement de 8 kilomètres. Jupiter, par exemple, serait vu comme si notre atmosphère avait une opacité double et apparaîtrait au zénith avec l'éclat qu'il a maintenant à environ 30 degrés au-dessus de l'horizon.

Mais un tel vide n'est nullement un espace vide. A une pression d'un cent-millionième d'atmosphère, et à une température de 0 degré C. un gaz contient 275.000 millions de molécules par centimètre cube. Ceci ne peut guère s'appeler « espace vide ».

Examinons la question sous une autre face. Imaginons toute la matière du système solaire, c'est-à-dire du Soleil, des planètes, et des satellites et astéroïdes, distribuée uniformément dans une sphère ayant un rayon égal à la distance de Neptune au Soleil, telle qu'elle a pu l'être avant la formation des planètes. La densité de cette sphère nébuleuse serait sensiblement pareille à celle du vide dont nous avons parlé, et nous pourrions voir à travers cette sphère, d'un bout à l'autre comme à travers une atmosphère terrestre dix fois plus épaisse que la notre, ou comme nous voyons la Lune une demi-heure après son lever.

5. Si un tel vide s'étendait très loin dans l'espace, son effet absorbant deviendrait vite apparent. Ce fait que maintenant même l'on discute l'absorption de la lumière dans l'espace, et qu'il y a tant de doutes à cet égard, prouve que l'espace qui nous sépare des étoiles, doit être ou complètement vide, ou beaucoup plus vide que notre vide le plus parfait. Voici un moyen d'évaluer approximativement l'extrême limite de la densité de la matière dans l'espace interstellaire. Considérons l'atmosphère comme « homogène » c'est-à-dire ayant partout la même densité, comme elle l'a à la surface de la Terre. Sa pression peut être considérée comme étant d'une

atmosphère, et sa hauteur serait d'environ 8 kilomètres. Si nous regardions par un tube vertical de 8 kilomètres de long, les étoiles au-dessus de nous brilleraient avec un éclat légèrement atténué par l'absorption de l'air. Or, cette absorption serait sensiblement la même, si on doublait la longueur du tube et s'il était rempli d'air à une pression d'une demi-atmosphère, et nous pouvons donner n'importe quelle longueur à notre tube, et réduire la densité de l'air en proportion. Nous aurons toujours une absorption égale à celle de notre atmosphère. Si nous l'étendons jusqu'à l'orbite de Neptune, notre tube aura 4.400 millions de kilomètres de long, et la densité de l'air à l'intérieur sera la 550^{ème} partie d'un millionième de sa densité atmosphérique, ou moins du cinquième de la densité du vide le plus élevé que nous obtenions. Si nous allongeons le tube jusqu'à la plus proche étoile fixe, l'air sera 10.000 fois plus ténu, mais chaque centimètre cube contiendra encore 5 millions de molécules.

Le rayon de la voie lactée, selon les plus récentes estimations, n'a pas plus de 5.000 années-lumière, alors que la distance à la plus proche étoile fixe, Alpha du Centaure, est de 4,4 années-lumière. Si donc nous allongeons notre tube jusqu'aux limites de notre univers visible, il contiendra encore 5.000 molécules par centimètre cube. Ceci revient à dire que si toute la sphère de notre voie lactée contenait 5000 molécules des gaz de l'air par centimètre cube, il nous serait impossible de démontrer avec certitude leur présence par des moyens optiques.

Si toute la matière contenue en dedans de la voie lactée se trouvait uniformément distribuée, si ses 100 millions d'étoiles se trouvaient désintégrées et dissociées en un seul vaste corps nébuleux, nous n'obtiendrions pas une densité de matière aussi élevée que celle de 5.000 molécules par centimètre cube. Même cette ténuité extrême ne peut strictement constituer un « espace vide ».

6. Nous ne sommes encore arrivés qu'à cette conclusion que si tout l'espace accessible à nos sens contenait autant que 5.000 molécules d'air par centimètre cube, nous ne nous en apercevions pas, et l'espace interstellaire paraîtrait aussi vide qu'il le semble maintenant. Mais *contient-il vraiment* autant de molécules? Nous pouvons répondre affirmativement pour le système solaire. Seeliger a prouvé que la matière finement

diffusée constituant la lumière zodiacale doit avoir une densité capable de troubler le mouvement de la Lune et de déplacer le périhélie de l'orbite de Mercure. Et si le système solaire contenait dans tout son volume de la matière finement divisée dans la proportion postulée, la masse totale de cette matière ne constituerait pas un trentième du volume de la Lune. Nous pouvons donc tenir pour certain que le système solaire contient dans tout son volume des molécules de gaz distantes d'environ un millimètre, sinon moins encore.

7. Nous voici donc amenés à nous figurer un espace très chargé de matière à travers toute son étendue. Mais quoique les molécules soient généralement distantes d'un demi-millimètre, cette distance égale plus d'un million de fois leur diamètre de sorte qu'un très petit corps, comme un électron, doit trouver généralement une voie libre à travers les molécules, sur un parcours d'environ 10 kilomètres.

Si donc l'espace est à ce point chargé de matière, d'où vient-elle, et pourquoi n'est-elle pas attirée par les planètes ou le Soleil, et entraînée dans leurs atmosphères ?

La réponse à cela est que toutes les planètes qui ne sont pas très près du zéro absolu de température doivent perdre des molécules de leur atmosphère par un phénomène voisin de l'évaporation des liquides. L'agitation thermique des gaz donne à leurs molécules une grande variété de vitesses, groupées, naturellement, autour d'une valeur moyenne, dépendant de la température. Les vitesses qui dépassent une certaine valeur, celle qu'aurait un corps tombant de l'infini sur une planète, doivent, si elles sont dans la direction verticale, projeter les molécules possédant cette vélocité en dehors de l'atteinte de l'attraction gravitationnelle de la planète. Ceci doit arriver souvent à l'extrême limite de l'atmosphère et plus spécialement pour les molécules dont la vitesse moyenne à une température donnée est assez grande. Telles sont les molécules les plus légères d'hydrogène ou d'hélium, et ce sont celles qui se perdent le plus facilement. Ceci expliquerait assez bien la pauvreté en hydrogène de notre propre atmosphère, et l'absence totale d'atmosphère dans la Lune.

Le Soleil, quoique à une température un peu au-dessus de 5.000 degrés centigrades, a aussi une énorme attraction gravitationnelle qui fait plus qu'outrepasser l'augmentation de la vitesse de la chaleur. Mais le Soleil est, de tous les agents

du système solaire, le plus apte par sa force à maintenir une certaine densité de matière dans l'espace interplanétaire. Cet effet est dû à la pression de la lumière, pression d'abord déduite de considérations théoriques par Bartoli, puis abondamment vérifiée par les expériences de Lebedef, Nichols, Hull, Poynting et d'autres.

8. La pression de la lumière solaire sur la Terre est de 74.000 tonnes. Cette pression a, sur le mouvement de la Terre, le même effet qu'une balle pesant 2 kilos et demi, et tirée sur la Terre à chaque seconde avec la vitesse de la lumière. Cela paraît considérable, mais c'est si peu de chose à côté de l'attraction gravitationnelle du Soleil que ses effets astronomiques ne peuvent être perçus.

Le cas est très différent lorsque le corps en question n'est qu'une petite particule. Pour des densités égales, l'attraction gravitationnelle varie comme le cube du rayon de la particule, et celle de la lumière varie comme le carré du rayon. A mesure que la particule devient plus petite, la pression de la lumière l'emporte graduellement sur l'attraction gravitationnelle et finalement la particule sera plus repoussée par la lumière du Soleil qu'elle ne sera attirée par la masse de celui-ci. Ce point est atteint dès qu'une particule ayant une densité égale à la densité moyenne de la Terre (5.7) se trouve réduite à un diamètre de 27 millièmes de centimètre. Ceci se trouve être aussi la longueur d'onde de la lumière ultraviolette. Si la particule était plus dense, ou plus large, elle serait attirée vers le Soleil. Si elle était plus petite, ou plus légère, elle serait repoussée et finalement chassée du système solaire.

La plus curieuse propriété de ces « particules en équilibre » est d'être en équilibre à n'importe quelle distance du Soleil. L'attraction gravitationnelle et la pression de la lumière varient toutes deux en raison inverse, comme le carré de la distance. Par conséquent une particule qui se trouvera équilibrée par la lumière solaire à la distance de la Terre, se trouvera équilibrée également dans l'orbite de Neptune par une égale balance.

Ces particules en équilibre sont d'un très grand intérêt. Elles flottent dans le système solaire comme les poissons dans la mer. Elles se rapprochent ou s'éloignent avec toute variation dans la luminosité. Il en faut trente mille millions pour

faire un gramme. Chaque particule est constituée d'environ un billion d'atomes, ce qu'il en faut pour constituer un petit micro-organisme. Si l'évolution de la vie organique ne présentait pas sur la Terre un développement graduel et homogène, nous serions tentés de voir dans ces « particules en équilibre » des agents porteurs du germe de la vie d'une planète à l'autre. Si la question se trouvait jamais soulevée, il serait intéressant de recueillir de la « poussière météorique » des plus hautes régions de l'atmosphère, pour y rechercher des particules ayant un diamètre variant de $\frac{1}{4}$ à 1 et $\frac{1}{2}$ micron. Ce dernier diamètre serait celui de particules en équilibre ayant la densité de l'eau, comme la plupart des cellules vivantes.

Il importe de noter que ces particules en équilibre n'ont pas nécessairement un mouvement circulaire autour du Soleil. C'est la seule forme de matière pouvant exister dans le système solaire sans présenter un mouvement orbital, car les particules plus grandes ou plus petites sont, ou repoussées ou finalement absorbées.

Toute autre matière météorique attachée de façon permanente au système solaire décrit une révolution autour du Soleil. Les orbites peuvent être en général presque circulaires et si elles le sont, la Terre serait comme le joyau central d'un anneau de matière encerclant la voie orbitale de la Terre, et tournant avec elle autour du Soleil en un an.

Les pluies météoriques ne se produiront alors que lorsque la Terre traverse l'orbite d'un essaim météorique de plus grande excentricité. C'est une réhabilitation quelque peu inattendue des « tourbillons » de Descartes.

9. Même s'il ne se trouvait point de particules en équilibre sur un rayon de lumière solaire, il y aurait, pour remplir l'espace vide, la lumière solaire elle-même. N'est-elle pas de l'énergie en elle-même, et la masse et l'énergie ne sont-elles pas fondamentalement équivalentes? Einstein, ce révolutionnaire savant et inspiré, dont le « principe de relativité » électro-magnétique nous oblige à reviser toutes nos vieilles et chères théories relatives à l'espace et au temps, considère un gramme de matière comme égal à 9×10^{20} ergs et, inversement, il estime cette énorme énergie équivalente en tous points à la masse d'un gramme. Quelle est donc la « masse » de cette éclatante lumière qui inonde tout le système solaire? Il faut compter environ 550.000 kilogrammes pour un coque de l'é-

paaisseur de celle qui serait traversée par la lumière en une seconde. Cette « masse » se trouve expulsée par le Soleil à chaque seconde. Elle envahit le système solaire. Elle voyage avec une intensité de plus en plus réduite, mais substantiellement la même, comme quantité, à travers l'espace interstellaire. Elle pénètre dans cet espace à travers d'inconcevables distances, atteignant les bords de notre voie lactée en quelque 5.000 ans. Et pourtant, ces 5.000 ans ne suffisent pas à réduire perceptiblement la masse du Soleil. Il faudrait multiplier par 20 billions la masse de lumière solaire contenue dans toute la sphère de notre voie lactée pour qu'elle égalât l'énorme masse du Soleil. Nous ne pouvons donc point nous attendre à une diminution perceptible de la masse du Soleil par sa radiation de lumière équivalente à la matière.

Examinons la question sur une plus petite échelle. La masse d'énergie, sous forme de lumière solaire, tombant verticalement en plein par centimètre carré à la distance de la Terre, est de 1 million $\frac{3}{4}$ d'ergs. Cette énergie se trouve contenue dans une colonne de 300.000 kilomètres de long, c'est-à-dire la distance parcourue en une seconde par la lumière. L'énergie contenue dans chaque centimètre cube de cette colonne est si petite qu'elle équivaut comme masse au vingt-cinquième d'un atome d'hydrogène. La « masse » de lumière solaire dans les environs de l'orbite de la Terre nous donnerait ainsi une équivalence de quelque quarante atomes d'hydrogène par litre. Cette masse est insignifiante en elle-même. Elle s'accorderait bien avec l'idée de l'« espace vide ». Mais elle est douée d'une grande vitesse, et son énergie suffit à échauffer de deux degrés $\frac{1}{2}$ centigrade par minute un gramme d'eau.

10. Nous n'avons rien dit de la nature de la lumière solaire. Nous avons pu tacitement la considérer comme composée d'ondes transversales de l'éther, comme le pensait tout le monde il y a dix ans, comme le fait la grande majorité encore aujourd'hui. Mais il y a à présent la nouvelle théorie des « quanta », théorie soutenue principalement par Max Planck, et plus révolutionnaire encore que le principe de relativité d'Einstein. Une étude de l'espace interplanétaire ne va pas sans un coup d'œil jeté sur cette nouvelle conception. Brièvement, l'on suppose l'énergie radiante émise en quantités séparées, la quantité variant avec la fréquence, et lui étant, en somme, proportionnelle. Selon les idées modernes la lumière est produite par

l'accélération des charges électriques, tandis qu'un champ magnétique se trouve produit par leur mouvement non accéléré. Ces charges électriques sont d'ordinaire des électrons et leur accélération est généralement due à une force centrale électrostatique qui la maintient en vibration ou en rotation. Cette vibration ou rotation a une certaine périodicité ou fréquence et c'est cette fréquence qui détermine le volume de la particule d'énergie qui est expulsée de la source lumineuse.

Cette audacieuse hypothèse fut proposée pour donner une interprétation intelligible des lois expérimentales de la radiation découvertes par Stefan, Boltzmann et Wien. C'est jusqu'ici la seule hypothèse qui donne une interprétation raisonnable et plausible de ces lois, et là git sa force et se trouve le secret de sa popularité croissante. Ces quanta d'énergie sont extrêmement petits. Ils vont de 3 billionièmes d'erg (rouge) à 6 billionièmes (violet). Il en faut 300 entrant à chaque seconde dans la pupille de l'œil humain, et tombant sur le même élément de la rétine pour que l'œil perçoive la lumière. Comme on suppose chaque quantum distinct et séparé des autres, nous pouvons les concevoir comme espacés sur une ligne qui va de l'œil à une étoile lointaine, mettons une étoile de septième grandeur. Les 300 quanta qui constituent le minimum voulu pour la vision, seront donc à des intervalles de 1000 kilomètres. Avec la lumière solaire, le nombre des quanta entrant dans l'œil serait proche d'un trillion par seconde, de sorte que chaque centimètre d'un rayon de lumière solaire en contiendrait plus d'un million. La quantité totale d'énergie dans un centimètre cube de lumière solaire consiste en les 58 milliardièmes d'un erg, ce qui correspond en moyenne à 16 millions de quanta. Tel étant le cas en pleine lumière solaire, nous pouvons affirmer qu'à travers notre voie lactée toute entière, il y a partout au moins un quantum de lumière par centimètre cube. Mais à la différence des molécules matérielles, atomes et électrons, ces quanta ne peuvent changer ou perdre leur vitesse. Ils poursuivent leur direction originelle jusqu'à ce qu'ils rencontrent un corps en harmonie avec eux-mêmes, possédant cette même fréquence qui fait partie de leur nature même, et de l'essence du corps dont ils proviennent.

Ils poursuivent leur route inflexiblement droite dans l'espace infini jusqu'au moment où ils rencontrent un corps accordé à leur propre ton.

11. Les récentes études sur l'aurore boréale de Störmer et Birkeland donnent à celle-ci comme origine probable une radiation corpusculaire allant du Soleil à la Terre. Il est intéressant de voir en quoi peut consister cette radiation corpusculaire. Elle voyage avec une vitesse très voisine de celle de la lumière. Une telle vitesse n'implique pas nécessairement que les corpuscules sont immatériels. On observe des vitesses énormes comparables à celles de la lumière chez les particules matérielles expulsées par le radium et leur énergie prodigieuse (en comparaison de leur masse) est prouvée par leur faculté de maintenir le radium de façon permanente à quelques degrés au-dessus de la température ambiante. Mais la radiation corpusculaire qui forme l'aurore boréale ne peut être composée de particules même aussi petites que les « rayons Alpha » de la radio-activité. Car celles-ci sont des atomes d'hélium et sont sujettes aux collisions, aux déviations et aux arrêts des molécules gazeuses ordinaires. Or la voie libre moyenne d'une molécule gazeuse est en rapport simple avec le nombre de molécules dans l'unité de volume. Elle lui est inversement proportionnelle. Dans un vide d'un cent-millionième d'atmosphère, elle est d'à peu près un mètre. Dans le vide probable de l'espace interstellaire (contenant 5000 molécules par centimètre cube), elle sera d'environ un million de kilomètres. Même dans ce vide extrême, il serait extraordinaire qu'une molécule traversât les 150 millions de kilomètres qui nous séparent du Soleil sans un arrêt. Et ceci est rendu encore plus improbable par le fait qu'à mesure que nous nous approchons du Soleil, la densité de la matière diffusée autour de lui doit augmenter.

Il en est autrement avec les rayons cathodiques ou les charges négatives d'électricité abondamment projetées que nous appelons électrons. Ils ont un bien plus grand pouvoir pénétrant que les atomes ou molécules. Les « rayons Béta » du radium qui sont en réalité des rayons cathodiques rapides (électrons) ont un pouvoir pénétrant environ cent fois plus grand que les rayons Alpha. Etant donné le degré supposé du vide interstellaire, ils pourraient donc pénétrer jusqu'à la Terre sans être arrêtés. Le fait que l'aurore ne se laisse pas toujours voir prouverait qu'il y a entre le Soleil et nous un degré de vide qui se trouve généralement au-dessous du degré du vide interstellaire et suffit à empêcher les électrons projetés par

le Soleil de nous atteindre. Un examen quantitatif soutenu des voies suivies par ces rayons pénétrants, selon les méthodes indiquées par Arrhénius, nous fournira des données permettant d'évaluer d'assez exactement le degré actuel de vide dans le système solaire. Il doit être d'environ 10^{-16} d'une atmosphère, c'est-à-dire aussi éloigné du plus extrême vide expérimental encore obtenu que ce dernier l'est de la pression atmosphérique. Il doit varier, sans doute, avec la distance du Soleil et sa densité doit être beaucoup plus faible dans les espaces interstellaires, très éloignés des étoiles. En dehors de notre voie lactée, la densité de la matière peut tomber assez bas pour nous mettre en présence du vide presque absolu. Mais il se trouvera partout des « quanta-lumière » et plus le vide est extrême plus il est probable que l'espace se trouvera envahi par les électrons au vol et ceux des rayons Alpha qui n'auront pas été absorbés par des collisions avec des molécules gazeuses. Plus le vide sera élevé, plus la matière qu'il contient s'approchera de l'état de la « matière radiante » de Crookes qui est composée, non d'une foule de molécules qui se bousculent au hasard, mais de particules poursuivant toutes leur voie, « vivant leur vie propre » indépendantes les unes des autres.

12. Nous avons peuplé l'espace interstellaire de quanta de lumière. Nous y avons ajouté des électrons cheminant presque à la même vitesse, passant à côté de billions de molécules gazeuses sans être arrêtés par elles. Nous voyons l'espace, même le paisible espace interstellaire, peuplé de molécules, mais si petites qu'il leur faut traverser un million de kilomètres avant d'entrer en collision l'une avec l'autre. Nous avons mis dans l'espace interstellaire des particules de dimensions plus considérables, composées de millions de molécules, trop légères pour être attirées par la masse du Soleil luttant contre la pression de la lumière de cet astre. Nous avons semé à travers le système solaire un nombre incalculable de particules en équilibre, de petits agrégats matériels qui sont les seuls citoyens libres du système, en ce qu'ils sont en équilibre entre la gravitation et la pression de la lumière et ne sont pas obligés de se précipiter selon des orbites comme leurs sœurs géantes, les planètes. Puis nous avons les plus petites planètes, les légers agrégats de matière que nous appelons comètes et essaims météoriques. Tout ceci ne suffit-il pas à nous délivrer de l'*horror vacui*. Nous sommes à un croisement de chemins.

L'éther électromagnétique disparaîtra-t'il? La grande généralisation de Maxwell, qui inspira directement la découverte des ondes Hertziennes et de la télégraphie sans fil subira-t'elle le sort de l'astronomie géocentrique et de la doctrine des créations séparées des espèces?

Il est impossible de dire ce qu'il en adviendra. Espérons que la vague (peut-être même conviendrait-il de ne pas prononcer ici le mot de « vague ») de la physique corpusculaire qui submerge en ce moment tant d'idées établies, ne va pas balayer les résultats solides et précieux des écoles précédentes. Ce sera une tâche formidable pour celle-ci que de s'incorporer tous ces résultats, de les présenter sous une lumière nouvelle et meilleure, et de montrer comment ils peuvent se rattacher rationnellement aux faits nouveaux et aux lois nouvellement découvertes.

C'est peut-être un nouvel éther corpusculaire que l'on verra surgir. En tous cas, l'éther parfaitement homogène et sans structure des anciennes philosophies est une chose morte. Cet éther est philosophiquement impossible, car il fait l'espace absolu au lieu de relatif. Quand on en arrive à des dimensions si faibles qu'il n'y a pas de différenciation, ce n'est pas en la subdivisant davantage que l'on arrivera à quelque chose de différent. On peut bien d'un côté aller vers des mondes et systèmes sidéraux toujours plus considérables; mais de l'autre, il y a une limite, un mur nu où l'espace devient dépourvu de sens et la mensuration impossible. Il y a une forme de relativité qui doit triompher: la relativité de la mesure dans la longueur et le temps. Tous deux sont infinis et divisibles à l'infini.

L'univers est sans limites dans les deux sens. Il y a des systèmes sidéraux au-delà du nôtre en quantités innombrables, mais d'autant moins denses qu'il sont plus étendus.

Il y a des systèmes atomiques et subatomiques à l'intérieur du nôtre, mais d'un grain de plus en plus fin, à particules individuellement plus denses, à mesure que nous descendons l'échelle de la longueur. L'esprit humain ne doit pas reculer devant cette succession infinie d'infinités et d'infinitésimaux. Notre organisme tout entier est composé d'une horde d'éléments organiques semi-indépendantes. Notre conscience est le résultat, l'image mise au point de la vie des trillions de cellules de notre corps. Pourtant, elle nous paraît une et indivisible.

Notre esprit est capable d'intégration et de compréhension, et ce phénomène de compréhension peut très bien être répété sur une échelle plus grande dans le temps et espace. Notre propre vie mentale est une preuve et une garantie d'une unité profonde de l'univers, en présence de laquelle nous avons le droit d'envisager des possibilités autrement étendues, infinies et complexes, tant dans le temps que dans l'espace.

Birmingham, University.

E. E. FOURNIER D'ALBE

(Traduit par M. Henry de Varigny - Paris).

TREMBLEMENTS DE TERRE

PSEUDO- ET CRYPTO-VOLCANIQUES

Rudolf Hoernes, dont la mort, survenue au mois d'août de 1912, a été une grande perte pour la science, avait proposé une *division des tremblements de terre* qui a été accueillie avec la plus grande faveur. Et aujourd'hui encore, malgré les progrès faits par la science depuis 20 ans, elle peut être considérée comme conforme à la réalité, du moins dans ses traits essentiels. Les tremblements de terre qui n'affectent qu'une région limitée sont désignés, selon les localités, soit comme *volcaniques*, soit comme *tremblements produits par un écoulement (ou un éboulement) local*; le magma qui jaillit est le siège de nombreuses explosions, les gaz absorbés sous une pression diminuée tendant à se libérer. Chacune de ces explosions ébranle le sol voisin, tandis que d'un autre côté, dans des régions excavées et nues, les éboulements souterrains se font sentir jusqu'à la surface. Dans tous les cas, au contraire, où les tremblements affectent une surface étendue et se manifestent le plus souvent par des effets morphologiques et destructifs violents, on doit penser à des *tremblements tectoniques* ou *de dislocation*; ces tremblements apparaissent ainsi comme des conséquences naturelles du fait que le globe terrestre qui se déplace librement dans l'espace cosmique froid dégage constamment de la chaleur vers l'extérieur et doit de ce fait subir une diminution de volume. Il est peu probable que cette excellente subdivision des possibilités sismiques soit jamais complètement abandonnée.

Mais il va sans dire que les causes n'apparaîtront pas toujours à notre esprit *dans toute leur pureté*, que nous devons plutôt nous attendre à nous trouver le plus souvent en présence de formes mixtes. Il est, par exemple, incontestable que des troubles portant sur la distribution des couches jouent, à l'égard d'éboulements ordinaires de la surface, le rôle de causes prédisposantes. Et, de même, ces éboulements se produiront d'autant plus facilement dans les portions de l'écorce terrestre qui a déjà perdu sa cohésion naturelle à la suite d'une *intrusion* énergique. Les géologues peuvent considérer comme un exemple de ce genre l'excavation bien connue sous le nom de Ries, qui se trouve dans le voisinage de Noerdlingen, ville de la Bavière occidentale. Qu'on pense à cette occasion à l'éruption de masses magmatiques qui, s'étant pétrifiées de bonne heure, auraient formé un *bouchon lakkolithique*, ou à une de ces explosions qui, d'après ce qu'on croit généralement, forment ce qu'on appelle les *Maare*: il est évident que dans un cas comme dans l'autre un équilibre stable n'a pu s'établir immédiatement dans le voisinage de la région affectée, mais que des troubles locaux de l'équilibre ont dû s'y manifester encore pendant un temps plus ou moins long, à la suite de cassures et d'éboulements moins considérables. Ce serait là l'explication la plus facile des troubles, étonnants par eux-mêmes, que la déchirure avait subi du fait des tremblements de terre qui ont été constatés depuis des centaines d'années et le sont encore de nos jours; du reste, dans les régions situées à droite du Rhin, la Bavière ne connaît exclusivement que les *tremblements par transfert*. Pour les secousses de cette catégorie, l'auteur avait proposé jadis la désignation de *pseudo-volcaniques* qu'il considère encore aujourd'hui comme juste. D'une façon générale, cette désignation pourrait s'appliquer à tout tremblement de terre qui se produit *sur un sol manifestement volcanique, sans l'intervention de processus explosifs quelconques*. Le volcanisme prépare précisément le terrain à ces événements, en détruisant les cohésions naturelles; mais on ne peut pas lui attribuer de rôle actif, car les tremblements du sol se produiraient tout aussi bien si les causes qui créent les conditions préalables étaient différentes.

Pour des raisons analogues, on peut considérer comme une *forme mixte* une classe de phénomènes tout à fait différente. Il est vrai que cette forme appartient à un autre type.

Nous voulons parler des tremblements de terre qui ont été réunis dernièrement sous le nom de *crypto-volcaniques*. Ce mot, à notre avis, ne devrait pas être employé dans un sens trop vaste. Lorsqu'on pense, par exemple, aux changements d'état qui, se produisant dans l'intérieur, supposé gazeux, de la terre, se perçoivent également à l'extérieur, la dénomination en question se justifie dans une certaine mesure; mais, d'une façon générale, on ferait bien de ne pas tenir compte de cette possibilité, car il y a des raisons sérieuses de croire que Hoernes était dans le vrai, lorsqu'il déclarait très problématiques tous les calculs faits au sujet des *grandes profondeurs centrales* et lorsqu'il exprima cette conviction que les tremblements tectoniques forment le contingent de beaucoup le plus considérable de tous les processus dont nous ayons connaissance, soit qu'ils aient été aperçus macroscopiquement, soit qu'ils aient fait l'objet d'un enregistrement automatique. Si nous nous plaçons à ce point de vue, nous sommes obligés de restreindre considérablement la portée de la notion des tremblements crypto-volcaniques. Aussi affirmons-nous, d'accord avec Hoernes: il ne peut être question d'un tremblement crypto-volcanique que dans le cas où on peut incriminer des impulsions intrusives dont l'énergie n'a pas suffi à faire arriver jusqu'à la surface les substances magmatiques. Supan accepte, lui aussi, cette définition, tout en regrettant que « nous ne possédions dans la pratique aucun signe qui nous permette de reconnaître ces tremblements ». Nous devons ranger dans la même catégorie les *tremblements par tension* de Láska et préciser ainsi notre attitude à l'égard de certains termes dont la nomenclature sismologique a été enrichie au cours de ces dernières années. Nous citerons finalement un passage emprunté à un travail de Salomon, où on trouve plus d'un aperçu nouveau: « On a donné le même nom à des tremblements qui ont été considérés autrefois comme tectoniques et dont les causes semblent être situées à une profondeur telle que toute possibilité d'une éruption volcanique paraissait exclue d'avance... Branca, auquel revient le grand mérite d'avoir soulevé toute cette question, avait proposé, pour les tremblements de terre de cette catégorie, le nom de *tremblements volcaniques au sens large du mot*. Mercalli les appelle *tremblements inter-volcaniques...* » Nous verrons plus tard comment on peut obtenir une certaine unification de la terminologie, en utilisant à cet effet la

caractéristique de détail de quelques événements que nous connaissons à fond et qui se distinguent des autres par un certain nombre de traits dignes de remarque. On peut certes considérer avec Salomon les deux graves catastrophes qui se sont abattues sur l'île Ischia en 1881 et en 1883, comme une « tentative d'éruption avortée d'un foyer de magma pas très profond ». Mais nous manquons, pour ces catastrophes, d'une description individuelle aussi détaillée que celle que nous possédons pour deux cas tout à fait remarquables et que des savants autorisés citent comme une preuve qu'un tremblement qui apparaît à première vue comme étant de nature purement tectonique peut présenter, à un examen plus attentif, tous les signes d'un tremblement crypto-volcanique.

A cette catégorie appartient le tremblement de terre du mois de novembre 1911. Ses effets mécaniques extraordinairement puissants permettent de conclure que les régions mêmes, auxquelles on est porté à attribuer, sur la foi de preuves historiques récentes, un degré élevé de fermeté intérieure, subissent parfois des *retours au passé*. Nous savons, d'après une recherche magistrale de Langenbeck, combien la plaine du Haut-Rhin avait à souffrir, au cours des siècles passés, de troubles sismiques et quelle terrible dévastation a dû subir, à en croire les chroniques de l'année 1356, la ville de Bâle située en ce point éminemment critique qu'est le coude du Rhin. Certains points de cette région, qui s'étend à l'Ouest jusqu'au-delà du lac de Constance, ont failli subir le même sort le 16 novembre 1911, car dans plusieurs endroits l'échelle d'intensité de De Rossi-Forel marquait 8°-9°. La description des détails les plus frappants que nous devons à Ruska, à A. Schmidt et Mack, montre combien étaient graves les dommages subis par les édifices et à quel heureux hasard nous sommes redevables de l'absence de victimes humaines. Les dommages que le tremblement de terre avait causé aussi bien à la célèbre cathédrale de Constance qu'à son hôtel des postes étaient assez sérieux, et les masses de pierres qui sont tombées des toits de ces deux édifices auraient pu facilement faire des victimes. Les effets *physico-géographiques* des secousses étaient également considérables. Dans la partie nord du lac de Constance les rives avaient subi des éboulements nombreux et énormes, et les crevasses produites par le tremblement avaient une étendue qu'on n'observe qu'exceptionnellement à la suite des tremble-

ments de terre de l'Europe Centrale et qui rappelait à l'esprit la terrible catastrophe dont Agram a été le théâtre en 1880. Les nappes souterraines et les sources ont été bouleversées et les surfaces des lacs appartenant au territoire éprouvé avaient présenté pendant longtemps une vive agitation. Bref, l'Allemagne n'a encore eu à enregistrer que peu d'événements comparables au tremblement de terre que la Haute-Souabe avait subi en automne 1911.

Qu'est-ce qui nous autorise à penser qu'il pouvait s'agir dans ce cas d'agents *crypto-volcaniques*, alors que tous les phénomènes dont il a été fait mention peuvent s'expliquer d'une façon satisfaisante par l'hypothèse d'un *tremblement de terre par dislocation*? La question est parfaitement justifiée, car nous possédons ici le principal critère auquel on se conforme généralement: la surface affectée par le tremblement a été beaucoup plus grande que celles qu'affectent généralement les tremblements d'autre provenance: qu'on consulte seulement les renseignements fournis par les correspondances du Sud de l'Allemagne, de la Suisse et de l'Est du Tyrol. Ce qui semble encore justifier cette interprétation, c'est le fait que les effets morphologiques ont eu l'importance qu'ils ont généralement lors du déplacement des couches de la partie supérieure de l'écorce terrestre. La nature du tremblement ne fait donc pas de doute. Mais, même en se plaçant à ce point de vue, on est en droit de se demander si la dislocation, au lieu d'être la cause primitive, n'est que la cause *secondaire*. En d'autres termes: la diminution du volume de la terre, déterminée par le refroidissement, a-t-elle été l'unique cause des modifications locales intérieures qui se sont ensuite manifestées à la surface sous forme de tremblement? ou a-t-elle été aidée par la dislocation intérieure qui existait depuis l'époque des manifestations des forces volcaniques? ou enfin s'agit-il d'un réveil de ces forces qui semblaient éteintes? Il faut évidemment distinguer ici trois possibilités: le tremblement en question pouvait être de nature ou purement tectonique, ou pseudo-volcanique ou crypto-volcanique. Nous verrons dans un instant quels sont les arguments qui plaident en faveur de cette dernière alternative; quant à la parenté étroite qui existe entre les manifestations des deux autres, il nous paraît inutile d'y insister.

Salomon attire l'attention sur ce fait qu'à proximité de

la partie la plus atteinte du Jura Souabe « se trouve le district volcanique d'Urach que nous connaissons si bien grâce aux recherches de Branca ». L'action exogène de la période tertiaire a travaillé sans relâche à déformer les montagnes, formées de sédiments, de la « Rauhe Alb », mais son énergie ne devait pas être bien considérable, car elle n'a abouti qu'à la formation d'entonnoirs creux, appelés *Maare*, et dont le plus connu est le *maar de Randegg*. Mais les poussées magmatiques ne se sont pas bornées à ces manifestations rudimentaires de leurs forces, car à quelques heures seulement du bras occidental du lac de Constance, dans la localité Hegau, on voit s'élever une série imposante de dômes isolés en phonolithe, abritant des sources et dont le plus remarquable, celui qui a joué également un certain rôle historique, est le Hohen- twiel. Dans la mesure où il est actuellement possible d'embrasser d'un regard d'ensemble l'extension géographique du tremblement de terre qui nous intéresse en ce moment, on peut distinguer *deux régions épacentrales équivalentes*: une sur le Haut-Danube, l'autre dans le canton suisse de la Turgovie et dans sa marche du nord. La première de ces régions se rattacherait à celle des *Maare*, l'autre à celle des volcans homogènes, et il est facile de se figurer que ces deux régions sont situées au-dessus d'une croûte qu'un foyer volcanique fermée avait emprisonnée à une époque géologique récente. Il existe en effet plusieurs indices témoignant que le volcanisme en apparence entièrement éteint de cette région qui, même au point de vue tectonique, est loin d'être indifférente, s'était réveillé encore une fois, pour donner une preuve de son existence. Et sans même aller aussi loin, on est obligé de reconnaître, avec une certaine vraisemblance, que depuis l'époque où les actions magmatiques s'étaient manifestées pour la dernière fois, la croûte terrestre n'a pas encore retrouvé son état d'équilibre stable. Personnellement, nous serions porté à considérer le tremblement de terre du mois de novembre 1911 comme étant de nature pseudo-volcanique plutôt que crypto-volcanique.

Nous abordons un ordre d'idées quelque peu différent, lorsque nous considérons le terrible tremblement de terre californien du printemps 1906. Ce tremblement n'a pas seulement détruit la plus grande partie de la ville de San Francisco, mais a encore laissé des traces nombreuses et profondes tout

le long de la côte du Pacifique. Le gouvernement de l'État de Californie a fait ce qu'il a pu pour tirer de la catastrophe des enseignements scientifiques et il a été soutenu dans cette louable initiative par l'aide pécuniaire généreusement mise à sa disposition par l'Institut Carnegie, de Washington. O'est ainsi que deux ans après la catastrophe un ouvrage, d'une importance capitale pour la science sismologique, a pu être publié, grâce à la collaboration de huit spécialistes autorisés. Rothpletz a donné de cet ouvrage une analyse dont la valeur consiste non seulement en ce qu'elle nous fait connaître les principaux résultats des recherches faites par les savants américains, mais encore et surtout en ce qu'elle nous montre que le problème dont nous nous occupons ici se trouve considérablement élucidé grâce à cet examen approfondi, dont les américains possèdent le secret, de toutes les questions qui s'y rapportent.

D'après les premiers renseignements parvenus de la Californie, la classification du tremblement de terre paraissait ne présenter aucune difficulté. On croyait pouvoir en attribuer la cause à une crevasse par écartement qui était connue depuis longtemps et présentait une étendue gigantesque. Aussi l'hypothèse d'un tremblement tectonique par crevasse est-elle la première qui vient à l'esprit. Le terme *tremblement par crevasse* peut être maintenu, puisqu'il exprime un phénomène qui s'est produit réellement; mais le qualificatif *tectonique* ne nous paraît pas bien approprié et nous semble devoir être remplacé par un autre.

L'étendue de côte, qui a subi un sort si terrible en 1906, n'était guère restée indemne avant cette époque, puisque déjà en 1868 elle avait éprouvé un tremblement violent, dont l'extension ne fut pas de beaucoup inférieure à celle du tremblement survenu 38 ans plus tard. A la suite du premier de ces tremblements, une vieille fissure de dislocation s'était ouverte sur la partie occidentale de la colline Berkeley et sur une longueur de 32 kilomètres. Mais les renseignements, plutôt rares, que nous possédons sur cet événement ne nous apprennent malheureusement pas si l'ouverture de cette fente a été accompagnée de mouvements du sol quelconques. Avec d'autant plus de netteté apparaissent les modifications que le sol avait éprouvées en 1906: ces modifications n'ont pas été seulement constatées d'une façon générale, mais ont fait l'objet de

mesures exactes. On a pu de cette façon réaliser un progrès de principe qui certainement ne restera pas longtemps isolé, mais sera bientôt complété par des données qu'on s'efforcera d'obtenir dans d'autres cas analogues.

Toute la région qui avoisine la baie de San-Francisco a déjà été exactement mesurée deux fois : en 1854-1866 et en 1870-1892. Aussi lorsque Hayford et Baldwin ont, à la suite de la dernière catastrophe, fait le relevé des régions éboulées en se servant des meilleurs procédés de la géodésie moderne, on a pu entreprendre une comparaison exacte, qui n'a pu être faite jusqu'alors que dans des cas tout à fait exceptionnels. De cette confrontation des anciennes et des nouvelles données de triangulation, Rothpletz a cru pouvoir déduire une proposition à laquelle on est obligé de reconnaître une grande portée : « les modifications locales au nord de San-Francisco présentent le tableau, non d'un simple déplacement de terrains, mais d'une surface qui s'agrandit par extension ». Alors que la presque île qui supporte la ville même, semble avoir été relativement peu endommagée, l'« allongement » (et nous employons ce mot de préférence à celui d'« extension », car il exprime mieux les faits et implique davantage l'idée d'une action mécanique) présentait son degré maximum dans la direction de N.-W. à S.-O., tandis que dans la direction perpendiculaire à celle-ci l'allongement était à son minimum. La cause de ce mouvement, dont la ligne de démarcation ayant la forme d'une ellipse accomplit la plus grande partie de son trajet sur mer, doit être cherchée, non à la surface, mais plutôt à une profondeur assez grande, des sondages ayant en effet montré que le fond de la mer avait pris part à ce mouvement.

L'allongement, l'augmentation de la surface et du contenu peuvent être attribués à deux causes susceptibles de se combiner entre eux. Il peut s'agir notamment d'*adduction de chaleur* et de *pression mécanique*. De ces deux causes, la dernière a pour elle le plus de vraisemblance. Si l'on admet en effet qu'au-dessous de la portion corticale, dont la surface a augmenté son contenu aux dépens des régions voisines, se trouvait un foyer magmatique, la masse intrusive, à l'état de fusion ignée, a très bien pu occasioner ce boursoufflement, sans que ce processus eût laissé une trace extérieure. Les *lakolithes* et les *batholithes* sont les traces bien connues qui restent après que le magma en fusion s'est enfoncé, à mesure

qu'il se refroidissait, dans les fissures et les excavations; en ce qui concerne les lakkolithes, ils apparaissent à l'œil expérimenté comme des formations caractéristiques, produites par le boursoufflement, tandis que les batholithes ne s'aperçoivent que là où la dénudation a détruit l'enveloppe qui les entoure. Mais il va de soi que cette montée du magma est accompagnée d'une grande élévation de la température.

Une question dont on doit tenir compte, puisqu'elle se présente d'elle-même, est celle de savoir si dans les États Pacifiques de l'Amérique du Nord les forces volcaniques ne sommeillent qu'à une petite distance de la surface. Or, cette question comporte une réponse absolument affirmative. Toute la chaîne des Andes, depuis la Terre de Feu jusqu'à la presque île Alaska, est, on le sait, riche en montagnes volcaniques. Mais ces sommets ne sont pas les seuls témoins qui attestent la présence de forces volcaniques. On trouverait difficilement un autre continent présentant des épanchements volcaniques en nappes aussi massifs que ceux qu'on rencontre dans le voisinage du « fleuve des Serpents », c'est-à-dire à une distance peu considérable du Nord de la Californie, et dans d'autres parties de la Sierra Nevada. Tous ces épanchements remontant à une date relativement récente, rien ne nous empêche d'admettre que dans cette région côtière ont pu se produire, à l'occasion, des réactions récentes ayant leur siège dans un foyer magmatique situé plus haut. Or, dans le cas présent cette réaction a dû se produire avec une énergie trop insuffisante, pour pouvoir se manifester à l'extérieur.

Il nous est impossible d'entrer dans toutes les considérations de détail à l'aide desquelles Rothpletz cherche à soumettre à une interprétation unitaire les données des mesures géodésiques, en partant de cette constatation que dans toutes les régions ébranlées par un tremblement de terre se produit une extension plus ou moins grande de la surface. Le point saillant consiste dans ce fait que des déplacements mesurables qu'ont subis certaines portions de la surface, on peut conclure à une *expansion* de ces portions. Ce *processus* à la fois mécanique et thermique peut s'expliquer, en supposant qu'une *injection* agissant d'en bas a disloqué les portions de l'écorce terrestre, ce qui a donné lieu à une forte production de chaleur, modifiant ainsi du tout au tout l'état d'équilibre à la surface de ces terrains. Rothpletz considère comme le facteur direc-

tement déterminant de la catastrophe l'éclatement de la crevasse de St. Andreas, le long de laquelle les déplacements horizontaux avaient atteint leurs plus fortes dimensions. C'est en tenant compte de cet important phénomène qu'est la formation de crevasses que l'auteur propose pour la catastrophe californienne la dénomination de *tremblement de crevasse par injection*. Loin de combattre ou de chercher à supplanter le terme *crypto-volcanique*, cette dénomination ne vise qu'à le spécialiser davantage.

Nous reconnaissons une grande portée méthodique à la chaîne des conclusions que Rothpletz tire des constatations des géodèses américains. Supan et Hoernes se plaignent avec raison de ce fait que, malgré l'obligation où on se trouve d'admettre l'existence de tremblements crypto-volcaniques, on n'y gagne pas grand' chose, attendu qu'il est absolument impossible de distinguer ces tremblements comme tels; « tout moyen de les reconnaître nous fait défaut dans la pratique ». Un progrès considérable serait réalisé dans cette direction, si l'on pouvait obtenir par des mesures comparatives ce point d'appui que Supan désire tant; et cette acquisition théorique conserverait sa valeur, en dépit du fait peu réconfortant qu'un contrôle géométrique aussi exacte que celui obtenu en 1906 par les soins de l'Etat ne peut être exercé que dans des cas tout à fait exceptionnels. Mais comme la plupart des pays civilisés sont aujourd'hui recouverts d'un réseau de triangles dont les côtés et les angles ont été calculés avec la plus grande exactitude, on peut admettre qu'une pareille constatation des déplacements du sol ne dépasse pas le domaine du possible.

Il importe aussi de relever une autre circonstance, à savoir que dans certaines conditions il est possible de faire une distinction très nette entre tremblements *pseudo-volcaniques* et tremblements *crypto-volcaniques*. Lorsque la terre tremble dans une région trop distante du plus rapproché des anciens foyers volcaniques, pour qu'on puisse admettre avec quelque probabilité l'existence d'un rapport entre le tremblement et cette source présumée, alors on doit penser à un trouble tectonique, n'ayant rien de volcanique ou, comme c'est le cas de la région du Karst, à l'écroulement d'une couverture insuffisamment pilotée. Lorsque, d'un autre côté, la région secouée se trouve dans le voisinage immédiat d'une éruption, quelle que soit la forme sous laquelle celle-ci s'est manifestée, on doit

envisager la possibilité d'un tremblement pseudo- ou crypto-volcanique. Nous ne possédons généralement pas de moyens sûrs qui nous permettent d'examiner de plus près les modalités de ces deux catégories de phénomènes. Il semble toutefois que cette lacune incontestable dans nos méthodes de recherche est en train de se combler progressivement.

En cette occasion, on aura à faire face à un danger manifeste. Il existe une tendance à réunir ensemble, sans choix et sans critique, toutes les réactions endogènes et à les concevoir comme autant de manifestations d'un intérieur liquide et incandescent de la terre, et il se trouvera des gens qui, sur la foi de la vieille théorie de la soupape de sûreté, établie par Humboldt et Buch, citeront les tremblements par injection comme une preuve que tous les tremblements sont d'origine magmatique. Nous avons actuellement en P. O. Koehler un partisan de ces idées vieilles de cent ans: d'après lui, toutes les masses qui dépassent le niveau de la mer, les continents et les montagnes isolées seraient des produits d'élévation volcanique. Ce retour aux idées d'une géo-physique périmée est d'ailleurs excessivement commode, et ceux qui trouvent trop encombrant l'examen rigoureux de chaque cas particulier se laissent facilement séduire par une doctrine qui présente l'avantage apparent de l'unité. Mais la sismologie fournit la preuve irréfutable que dans les sciences naturelles en général, dans la géographie physique en particulier, on doit s'abstenir de toute schématisation, que tout événement doit être considéré et apprécié individuellement. Conclure d'actions analogues à des causes identiques: telle est la faute la plus grave dont on puisse se rendre coupable (et le cas n'est malheureusement que trop fréquent) contre une saine méthode.

Il faut donc s'en tenir à la division, proposée par Hoernes, de tous les tremblements de terre en trois classes, quitte à y intercaler des *formes de transition*. C'est ainsi que l'écroulement d'une couverture peut très bien se produire dans une excavation souterraine qui a été, à une époque géologique récente, le théâtre de troubles volcaniques, comme dans le Ries; nous aurions ainsi un tremblement pseudo-volcanique par écroulement. Si nous manquons encore de critères non douteux pour la définition du caractère d'un tremblement, il n'en est pas moins vrai que les diagrammes sismographiques nous ont permis de nous faire une idée plus adéquate du mode

de propagation et aussi, en partie tout au moins, des conditions génétiques. La courbe d'un tremblement survenant dans le voisinage d'une région rocheuse diffère autant que possible de celle d'un tremblement par dislocation qui s'étend sur des continents et des mers. Depuis qu'elle dispose d'enregistreurs automatiques, la science sismologique a mis au jour tant de points de vue nouveaux que ce serait s'abandonner à un pessimisme injustifié que de ne pas espérer qu'il viendra un jour où tout tremblement de terre qu'on aura pu suivre macroscopiquement et soumettre à un enregistrement automatique nous fournira des données susceptibles de nous renseigner sur les forces qui l'auront provoqué.

München, Technische Hochschule.

SIEGMUND GÜNTHER

(Traduit par le Dr. S. Jankelevitch — Paris).

L'ÉQUILIBRE HÉTÉROGÈNE ET LA LOI DES PHASES

Lorsqu'on chauffe un mélange d'alcool éthylique et d'acide acétique, il y a production d'acétate d'éthyle et d'eau; lorsqu'on chauffe ensemble de l'acétate d'éthyle et de l'eau, il se produit une hydrolyse de l'éther, et il se reforme de l'alcool éthylique et de l'acide acétique. Par conséquent, si lorsqu'on chauffe ensemble de l'alcool et de l'acide acétique, on laisse, sans les enlever, les produits de la réaction, l'éther et l'eau, on doit atteindre à la longue un point où la quantité d'éther hydrolysée doit, dans un temps donné, équivaloir la quantité formée. En d'autres termes, il se produit un équilibre. Les quatre substances formant les réactions ci-dessus énoncées, se mélangeant complètement, les unes aux autres, le système sera dit *homogène*; c'est-à-dire que la composition en sera tout le temps uniforme.

On connaît depuis longtemps les réactions qui viennent d'être citées, les réactions réversibles, ainsi qu'on les appelle. Elles ont été l'objet de recherches de plus en plus nombreuses depuis le temps (1867) où Guldberg et Waage exprimaient dans la Loi d'Action de Masse, les conditions régissant l'état de l'équilibre.

Toutefois, on ne rencontre l'équilibre homogène que dans une proportion comparativement restreinte des nombreux exemples d'équilibre déjà étudiés. Il arrive plus souvent de rencontrer des systèmes dont la composition n'est pas toujours uniforme, mais qui sont faits de différentes parties dont chacune

est, en elle-même homogène ou uniforme de composition, occupant une place distincte dans l'espace et séparée des autres par une surface limitante.

On donne le nom de *phases* à ces parties différentes et homogènes d'un système en équilibre, et l'on appelle hétérogène, tout système en équilibre qui consiste en deux ou plusieurs phases: l'équilibre obtenu est qualifié d'*équilibre hétérogène*. La loi d'action de masse ne s'applique à ces équilibres hétérogènes qu'en admettant certaines données, concernant la nature et la complexité moléculaire des substances qui y prennent part. Là où il ne nous est pas permis d'admettre ces données, il n'est pas possible d'appliquer la loi d'action de masse.

Il ne faut toutefois point penser que l'anarchie règne dans le monde des équilibres hétérogènes. Bien au contraire. La loi à laquelle ces sortes d'équilibres se conforment est toutefois plus générale dans son expression que ne l'est la loi d'action de masse qui implique les constituants séparés du système, et la connaissance de leur concentration moléculaire; c'est à feu Willard Gibbs de l'Université de Yale (1874-78) que la science doit la découverte de cette loi.

Quand nous avons affaire à un système en équilibre, en général, l'état du système se trouvera altéré par la variation des conditions extérieures. Ainsi, si nous avons de l'eau en équilibre avec de la vapeur, on remarque que quoique la pression exercée par la vapeur varie avec les changements de température, elle a néanmoins, à toute température donnée, une valeur parfaitement définie. Par conséquent, si une valeur arbitraire est appliquée à la pression, la température à laquelle le système eau + vapeur peut exister en équilibre permanent, aura aussi une valeur parfaitement définie; et si nous choisissons arbitrairement une température donnée la pression sur le système sera de même définie. L'état d'équilibre d'un système tel que eau + vapeur se trouve par conséquent défini en donnant une valeur à une seule des variables, la température ou la pression.¹

Dans un tel cas, le système sera dit posséder un degré de liberté, ou une variance de un ; ou le dit *univariant*. De

¹ Pour la simplification, les facteurs considérés comme variables sont la pression, la température, et la composition des phases. — Dans le cas de systèmes à un seul composé, la composition cesse d'être considérée comme une variable.

même, si nous avons de la glace, de l'eau et de la vapeur en présence, l'altération des conditions extérieures, température et pression, ne changera pas la nature du système, mais seulement les quantités relatives des différentes phases. Si nous abaissons la température extérieure, une certaine quantité du liquide et de la vapeur passera à l'état de glace, mais la température du système lui-même, et aussi la pression de la vapeur, resteront invariables; un changement dans ces grandeurs ne se produira que si le changement extérieur est maintenu assez longtemps pour qu'une des phases disparaisse.

Nous pouvons donc dire que la glace, l'eau et la vapeur ne peuvent coexister qu'à une seule température, et à une seule pression, et par conséquent, dans ce cas, nous ne pouvons exercer aucun choix, en ce qui concerne la température ou la pression.

On peut donc dire que le système glace-eau-vapeur ne possède aucun degré de liberté, ou est *invariant*.

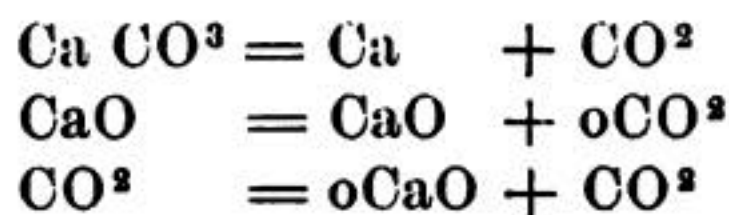
Willard Gibbs a montré que le degré de liberté d'un système, ou le genre d'équilibre obtenu, peut, dans tous les cas, être représenté par la très simple expression $F = C + 2 - P$, ou encore le degré de liberté ou variance d'un système en équilibre est numériquement égal au nombre des composants plus 2, moins le nombre des Phases.

Telle est la loi des Phases. Le terme « composant » employé ici a une signification plutôt très spéciale, car il n'est point synonyme de « constituant ». En premier lieu, un composant est, il est vrai, un constituant qui se rencontre dans le système comme phase de composition définie; mais en second lieu, par la lettre C de la précédente équation, nous ne comprenons pas tous les constituants, mais *le plus petit nombre* de ces constituants requis pour exprimer la composition de toutes les phases présentes. Prenons un ou deux exemples :

Lorsqu'une seule substance chimique est présente sous différents états physiques (eau-glace-vapeur, par exemple) il n'y a naturellement *qu'un seul* composant, car la composition de chaque phase peut-être représentée par le symbole $H^2 O$. D'autre part, dans le cas du système carbonate de calcium, oxyde de calcium et bioxyde de carbone, qui se forme lorsque le carbonate de calcium est chauffé dans un vase clos, il y a trois phases présentes, et chacune de composition chimique différente. On pourrait tout d'abord croire que les composants de

ce système sont les trois substances mentionnées, mais il n'en est rien, car la composition de chaque phase peut-être exprimée en termes de *deux* des trois constituants du système.

Ainsi :



Comme deux constituants sont nécessaires, mais suffisants, pour exprimer la composition de chacune des phases, le système, selon la Loi des Phases de Gibbs sera dit système à deux composants. Le choix comme composants de deux parmi les trois constituants est surtout une question de simplicité ou de généralité d'application, mais c'est, en tous les cas, une question d'importance secondaire; c'est le *nombre* des composants qui est de première importance.

Lorsqu'on examine de près le système précédent, on trouve que si le carbonate de calcium est chauffé dans un espace clos, la décomposition se produit seulement jusqu'au moment où la pression du bioxyde de carbone atteint un certain point, ce qui dépend de la température employée; et l'on a trouvé que pour chaque température, il y a une seule pression définie de bioxyde de carbone qui soit en équilibre avec le système. *C'est tout à fait la même chose que dans le cas de la pression de vapeur d'un liquide pur, tel que l'eau.*

L'explication n'est pas difficile à trouver, lorsque les deux cas d'équilibre sont considérés du point de vue de la Loi des Phases.

Nous avons déjà vu que dans le cas du système eau-vapeur $C=1$, $P=2$, et par conséquent $F=1+2-2=1$. Dans le cas de l'équilibre carbonate de calcium, oxyde de calcium et bioxyde de carbone, $C=2$, $P=3$, et par conséquent $F=2+3-3=2$. *Ce système est également univariant.* Dans les deux cas, nous avons affaire à des systèmes univariants; dans les deux cas, la nature qualitative de l'équilibre est la même. Cet argument peut être appliqué universellement à tous les cas d'équilibres; tous les systèmes, quel que soit le nombre de leurs composants, ayant la même variabilité, se conduiront d'une manière similaire lorsque les conditions extérieures se trouveront altérées. Ceci est une des plus importantes déductions de la Loi des Phases.

Il nous est maintenant possible de comprendre que la grande importance de la Loi des Phases vient de ce qu'elle permet de classer les nombreux cas différents d'équilibre que l'on rencontre, et qu'elle établit les conditions sous lesquelles l'équilibre stable est possible.

Si nous examinons, tout d'abord, les systèmes hétérogènes les plus simples que nous puissions trouver, par exemple ceux qui sont formés par un seul composant, l'inspection de la formule $F = C + 2 - P$ nous montre que le système est parfaitement défini (c'est-à-dire que les variables ont des valeurs parfaitement définies), quand le nombre des phases co-existantes est de trois. — *Dans un système à un seul élément, il ne peut coexister en équilibre véritable, plus de trois phases.*

Nous trouvons un bon exemple des conditions d'équilibre dans un système à un seul élément, dans le cas de co-existence des trois phases, solide, liquide, vapeur, tel que nous le rencontrons dans le cas d'une substance pure à son point de congélation. Dans un tel cas, comme l'expérience le montre, et comme la Loi des Phases l'exige, le système n'existe qu'à certaines valeurs définies de température et de pression; et de même, aussi longtemps que le système existera, la pression de sa vapeur, et la température du système resteront constantes, quels que soient les changements qui puissent se produire dans les proportions respectives des trois phases. C'est précisément cette particularité qui permet d'employer un mélange de glace et d'eau pour déterminer le point fixe dans la graduation des thermomètres.

Quoique la Loi des Phases se trouve exprimée de la façon la plus brève, par l'équation $F = C + 2 - P$, les conditions d'équilibre se trouvent plus clairement visualisées par la représentation graphique. Ainsi la nature générale des équilibres dans un système à un seul élément apparaît plus clairement quand on figure en coordonnées rectangulaires les valeurs de la pression correspondant à différentes températures.

Avec cette méthode, un système univariant sera représenté sous la forme d'une ligne, ou d'une courbe, un système invariant par un simple point dans le diagramme.

Ainsi, dans la Fig. 1 nous avons une représentation graphique de trois systèmes univariants à un seul constituant: liquide plus vapeur (O B), solide plus vapeur (A O), solide plus liquide (O C). Le point d'intersection de ces trois courbes re-

présente la valeur de la pression et de la température auxquelles les trois phases solide, liquide, et vapeur, peuvent co-exister. Comme le point O est obtenu comme intersection de trois courbes, il est appelé *point triple*.

Bien que la Loi des Phases indique simplement qu'un système univariant sera représenté par une ligne dans notre diagramme, et un système invariant par un point, la direction des courbes est laissée tout à fait dans le vague. C'est un autre théorème, basé comme la règle des Phases sur la

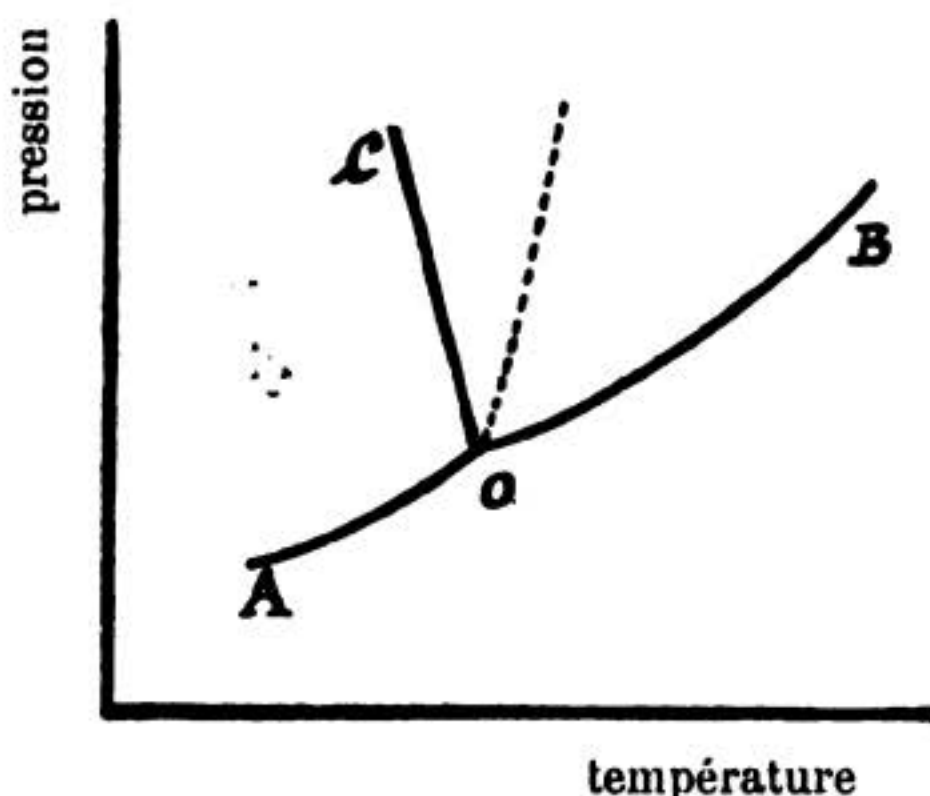


Fig. 1.

thermodynamique, et connu sous le nom de théorème de Le Châtelier, qui nous guidera sur ce dernier point. Ce théorème, un des plus importants, et de ceux qui ont le plus d'applications, se formule ainsi qu'il suit :

Lorsqu'on ajoute ou qu'on enlève de la chaleur à un système en équilibre, il se produira dans le système des changements qui seront accompagnés respectivement par l'absorption ou l'émission de chaleur, et lorsqu'on augmente ou diminue la pression sur un système en équilibre, il se produira dans le système des changements, qui seront accompagnés par de la contraction, ou de l'expansion, respectivement.

Ainsi, lorsqu'on ajoute de la chaleur au système liquide-vapeur, il y a augmentation de la production de vapeur, parce que la vaporisation est un phénomène qui se produit avec absorption de chaleur. La pression de la vapeur, par conséquent, augmente avec l'élévation de la température. La courbe de la pression de vapeur O B (Fig. 1) s'élève au lieu de s'abaisser. De plus, lorsqu'on augmente la pression sur le système solide-liquide, la partie solide fond dans les cas (rares d'ailleurs) où le volume du solide est plus considérable que celui du liquide produit (par exemple la glace et l'eau) et le liquide passe à l'état solide dans le cas où la fusion est accompagnée d'une augmentation de volume. Par conséquent, dans le cas de la première série de ces substances, la courbe d'équilibre pour solide-liquide (courbe de point de fusion) s'in-

cline vers des températures *plus basses*, à mesure qu'on augmente la pression; dans le cas de la dernière série de substances, la courbe du point de fusion s'incline vers des températures et des pressions *plus élevées*, ainsi que l'indique la courbe pointillée dans la Fig. 1. Le théorème de Le Châtelier nous explique donc pourquoi le point de fusion de la glace est abaissé par la pression, tandis que le point de fusion de presque toutes les autres substances (qui augmentent de volume par la fusion) se trouve élevé par la pression.

Il est clair que nous pouvons avoir d'autres systèmes invariants à un seul constituant, existant au point triple, en outre du système très courant, représenté par le point de congélation d'une substance, pourvu que le constituant puisse donner lieu à plus de trois phases. Puisque les gaz et les vapeurs sont miscibles en toutes proportions, il est clair qu'une substance ne peut former plus d'une phase vapeur; nous ne pouvons non plus nous attendre à ce qu'une substance puisse exister sous deux formes liquides non miscibles.

D'autre part, on remarque que dans un assez grand nombre de cas, une substance peut exister à l'état de deux (ou plusieurs) phases solides, non miscibles (polymorphisme).

Le nombre possible des points triples se trouvera donc accru, car nous pouvons avoir, lorsque deux phases solides sont formées, des systèmes invariants constitués par :

1. Solide 1, solide 2, vapeur.
2. Solide 1, solide 2, liquide.
3. Solide 1, liquide, vapeur.
4. Solide 2, liquide, vapeur.

Nous en avons un excellent exemple, bien connu, dans le soufre, qui a deux formes, rhombique et monocline.

Dans le cas de substances qui peuvent exister sous deux phases solides différentes, nous rencontrons une différence dans la façon de se comporter selon que les deux formes cristallines ou une seulement sont stables à des températures inférieures au point de fusion. Dans le premier cas, il sera possible d'obtenir le système invariant consistant en deux phases cristallines et vapeur, existant en équilibre stable, à une température et à une pression définie; dans le second, pareil système ne sera pas possible. Dans le premier, nous avons ce qu'on appelle des substances *énantiotropiques*; dans le second,

des substances *monotropiques*. Dans le cas de substances *énantiotropiques*, il existe ce qu'on appelle un *point de transition* (température d'équilibre sous pression atmosphérique) au-dessus duquel une des phases cristallines, et au-dessous duquel l'autre phase cristalline est stable. Dans le cas du soufre, le point de transition se trouve à 96°. A cette température le soufre rhombique et le soufre monocline sont tous deux stables. Au-dessous de 96° la forme stable est celle du soufre rhombique, et toutes les autres formes du soufre passeront finalement à cet état; mais aux températures supérieures à 96°, et jusqu'au point de fusion, la forme cristalline stable est celle du soufre monocline.

Bien que le soufre rhombique soit à l'état stable aux températures inférieures à 96°, comme il a été dit, on constate que le soufre monocline refroidi à des températures inférieures à 96° ne passe pas immédiatement à l'état rhombique. Au contraire, la transformation peut demeurer suspendue, et dans ces conditions, on dit du soufre monocline qu'il est à l'état *métastable*. Les cas de transformation suspendue, avec production de systèmes métastables, sont très importants et fréquents. Par exemple le verre est un liquide métastable sur-refroidi, qui passe à l'état stable (cristallin) ou se dévitriifie, très lentement dans les conditions ordinaires, mais avec une vitesse d'autant plus grande que la température est plus élevée.

En appliquant les principes de la Loi des Phases, on arrive à déceler l'existence de ces systèmes métastables.

Nous trouvons dans l'étain un autre cas très intéressant de substance existant à l'état métastable. On sait que ce métal existe sous deux formes cristallines connues sous les noms d'étain blanc (étain ordinaire) et d'étain gris.

Conformément à la Loi des Phases, ces deux formes ne peuvent pas être l'une et l'autre stables dans de mêmes limites thermiques, sous une même pression, l'atmosphérique par exemple, et les recherches ont fait voir qu'il existe un point de transition à 18° C au-dessus duquel l'étain blanc est la forme stable, l'étain gris étant la forme stable au-dessous. A la température atmosphérique moyenne, par conséquent, dans la zone tempérée, *l'étain blanc ou ordinaire est dans un état métastable*, et c'est seulement à cause de la lenteur extrême du changement vers la forme stable, que les objets faits avec ce métal ne deviennent pas de l'étain gris, et par ce fait inutiles. On

a trouvé des preuves de l'existence spontanée du changement dans de vieux tuyaux d'orgues et des vases anciens faits en étain. Ainsi que dans tous les autres cas, le changement se trouve facilité par la présence de la forme la plus stable.

Nous avons vu que le point de fusion d'une substance se trouve altéré par la pression; de même le point de transition se trouve altéré si la densité, ou le volume spécifique des deux phases solides ont des valeurs différentes, et d'accord avec le théorème de Le Châtelier, nous pouvons prédire que le point de transition se trouvera élevé par l'augmentation de la pression lorsque (et cela paraît généralement le cas) la forme cristalline stable au-dessus du point de transition a un plus grand volume spécifique que la forme stable au-dessous du point de transition.

Systèmes à deux composants. — Si nous passons des systèmes à un seul composant aux systèmes à deux composants, nous rencontrons une possibilité nouvelle: les phases co-existantes peuvent ne pas avoir la même composition, d'où introduction d'un autre facteur variable, la concentration des composants dans les différentes phases.

Dans le cas de systèmes à deux composants, nous pouvons donc rencontrer des systèmes non seulement invariants, mais aussi trivariants (deux composants dans une seule phase), et pour un système invariant, la co-existence de quatre phases est nécessaire.

Pareil système sera représenté graphiquement comme un *point quadruple*, comme le point d'intersection de quatre courbes représentant chacune un système univariant. Ces courbes ne se trouveront plus dans un même plan, mais dans l'espace, les coordonnées étant la pression, la température et la concentration des composants.

Parmi les systèmes à deux composants, les plus importants sont ceux chez lesquels l'une des phases est une solution, c'est-à-dire une phase homogène d'une composition variable, de façon continue, et cette phase peut être, soit liquide, soit solide. En traitant de ces systèmes, il est bon de se rappeler que la Loi des Phases ne reconnaît pas la distinction conventionnelle établie entre le dissolvant et le dissous, et la soi-disant « courbe de solubilité d'un solide » ¹ est simplement

¹ Nous laisserons en dehors de la discussion les cas intéressantes d'équilibres dans le cas de deux liquides partiellement miscibles.

une partie du diagramme d'équilibre complet pour les deux composants.

Pour plus de simplicité, nous déciderons que dans tous les cas la pression reste constante (pression atmosphérique) et que seules la température et la composition de la phase variable (la solution) se trouvent changer. Nous pourrions alors représenter les équilibres par un diagramme plan, et les conditions se trouvent être, du reste, celles que l'on rencontre généralement dans la pratique. Puisque nous avons fixé volontairement la valeur d'une des variables, c'est-à-dire la pression, il n'en reste plus que deux; par conséquent, un système invariant se produira quand trois phases se trouveront en équilibre, et un système univariant se trouvera formé lorsque deux phases co-existeront ensemble. Il y aura donc formation d'un système univariant lorsque la solution liquide se trouvera en équilibre avec une des phases solides, et formation d'un système invariant lorsque la solution sera en équilibre avec deux phases solides.

La première prédiction importante que nous puissions faire est celle-ci: aussi longtemps que la phase solide demeurera non altérée, la courbe d'équilibre (donnant le changement de composition de la solution avec la température) sera continue, et lorsqu'un changement dans la phase solide se produira, il y aura dans la courbe d'équilibre une brisure. Il doit en être ainsi puisque au point où la phase solide subit un changement, les deux phases solides doivent être en équilibre avec la solution, et puisqu'il y a trois phases présentes, le système est invariant. Mais un équilibre invariant est représenté comme *l'intersection* des courbes pour deux équilibres univariants d'où non-continuité de la courbe d'équilibre, et brisure de celle-ci.

Il nous est maintenant possible de représenter graphiquement quelques-uns des plus importants systèmes qui se trouvent dans le cas de deux composants formant une solution à l'état liquide.

I. - *Les deux composants ne forment point de composé solide* (Fig. 2).

Le plus simple type d'équilibre dans le cas de systèmes à deux composants, est fourni par les courbes $a o$, $o b$. Dans ce cas, il n'y a que deux phases solides, A pur et B pur (A et B étant les deux composants). La ligne $a o$ représente la

composition de solutions qui sont en équilibre à différentes températures avec l'élément pur *A* comme phase solide; et la ligne *ob* représente la composition des solutions qui sont en équilibre à différentes températures avec l'élément *B* comme phase solide.

On trouve de ces équilibres dans le cas de nombreux systèmes dans lesquels l'eau et des sels, qui cristallisent sans

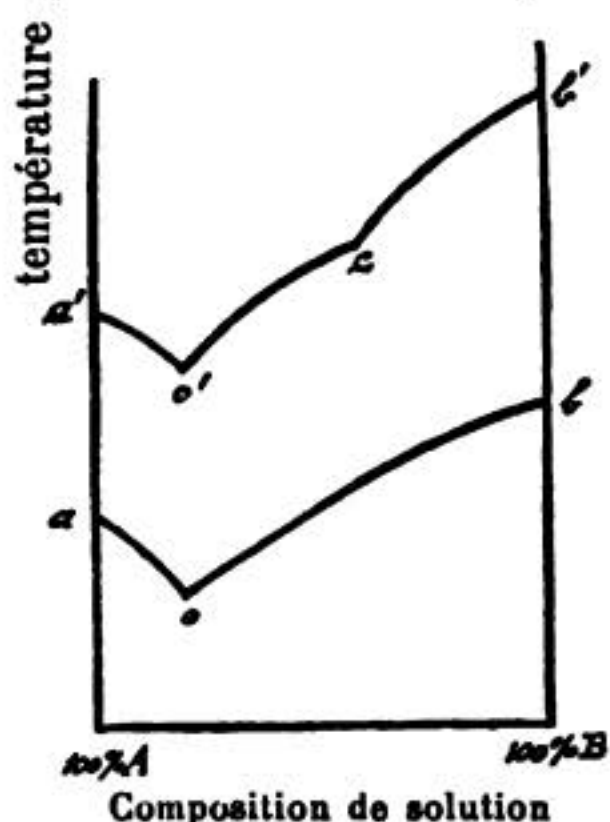


Fig. 2.

eau de cristallisation, forment les composants. Ainsi, si nous considérons *a* comme étant le point de fusion de la glace, il est connu qu'on peut abaisser celui-ci par la présence d'un sel dissous dans l'eau. Ceci revient à dire que la glace peut exister en équilibre avec une solution à une température inférieure à 0° et plus est grande la concentration du solute (composant *B*) et plus est basse la température de l'équilibre. Ceci nous est représenté par la courbe *ao*. De même dans le cas

du composant *B*. Si son point de fusion (c'est-à-dire la température d'équilibre pour le composant *B* aux états solide et liquide) est représenté par *b*, en ajoutant au liquide des quantités variables de l'élément *A* (eau) la température d'équilibre avec le solide *B* se trouvera abaissée, ainsi que le montre la courbe *bo*. Au point *o* où se croisent les deux courbes *ao* et *bo*, nous avons les deux phases solides *A* et *B* en équilibre avec la solution, et puisque ceci représente un système invariant, ainsi que nous l'avons vu, il en découle que la température à laquelle ce système peut exister, et aussi la composition de la solution, ont toutes deux des valeurs fixes et définies. On reconnaîtra que le point *o* représente ce qu'on appelle le *point cryohydrique* (lorsqu'on traite de systèmes où l'eau constitue un des éléments) ou plus généralement, le point *eutectique*.

Maintenant, si de la chaleur est enlevée au système invariant, au point eutectique, d'accord avec le théorème de Le Châtelier, une séparation de solide doit se produire (la chaleur latente de la solidification contrebalançant l'effet de la soustraction de chaleur, et maintenant ainsi la température constante) et comme la composition de la solution doit rester

constante à un point invariant, les deux éléments doivent se séparer dans des *proportions fixes*. Comme on sait bien, c'est ce fait qui fît naître l'idée erronée qu'un « cryohydrate » est un composé défini, alors que la Loi des Phases nous montre que le « cryohydrate » est un conglomerat ou une mixture de deux phases solides.

Dans le cas des équilibres que nous venons d'examiner, les deux éléments ont été considérés comme formant chacun une seule phase solide. Mais comme nous l'avons déjà vu, il arrive souvent qu'une substance existe à l'état de plus d'une seule forme cristalline, et chacune de celles-ci a naturellement sa propre courbe d'équilibre. Ainsi, si nous considérons le composant *B* comme capable d'exister sous deux formes cristallines diverses, nous devons obtenir un diagramme d'équilibre du type général figuré à la Fig. 2, courbes $a'o'$, $o'c$, cb' . Dans ce cas, $a'o$ est encore la courbe d'équilibre pour l'élément *A* en contact avec la solution, $b'c$ celle pour le composant *B* dans une de ses formes cristallines en contact avec la solution, et $c'o$ la courbe d'équilibre lorsque la seconde forme cristalline de *B* est présente. Le point O' représente le point cryohydrique ou eutectique, et le point *C*, le *point de transition* pour les deux formes de *B*.

II. - *Les deux éléments peuvent former un ou plusieurs composés.*

Il nous faut distinguer deux subdivisions dans cette seconde classe de systèmes à deux composants, selon que le ou les composés ont (*a*) ou n'ont pas (*b*) de point de fusion bien défini.

a) La Fig. 3 nous montre le diagramme d'équilibre obtenu dans le cas de systèmes appartenant à la subdivi-

sion (*a*). On observera, dans ce cas, une série de courbes, dont chacune représente, ainsi que nous l'avons déjà vu, la composition de la solution qui est en équilibre à différentes températures avec une phase solide. Dans le diagramme présenté ao est la courbe d'équilibre entre la solution et l'élément pur *A*; bo la courbe d'équilibre avec *B* pur à l'état de phase solide; et la courbe odc représente l'équilibre entre la solution et le composé de *A* et *B* comme phase solide. Les points *o* et *c* sont

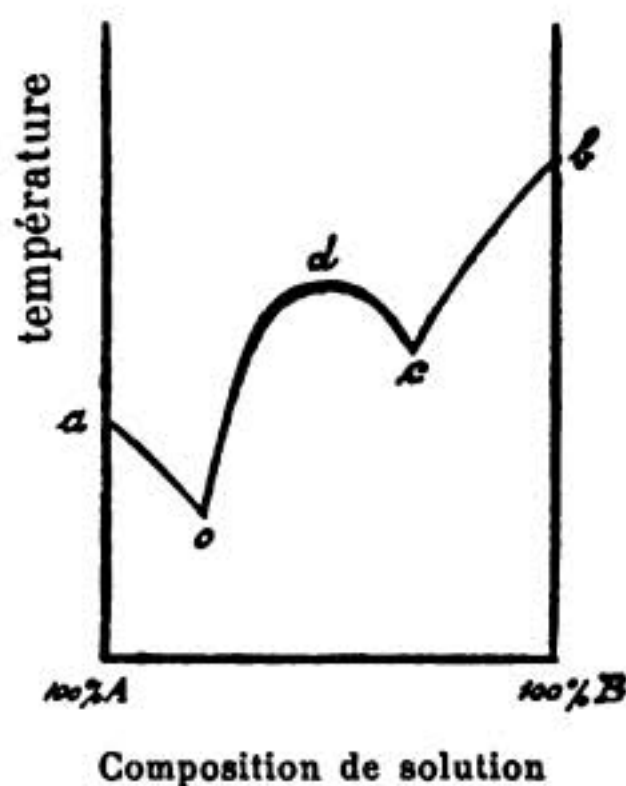


Fig. 3.

les points eutectiques auxquels deux phases solides, c'est-à-dire le constituant *A* et son composé, et le constituant *B* et son composé sont respectivement en équilibre avec la solution.

Toutefois, le diagramme diffère de celui de la Fig. 2 en ce fait qu'une des courbes d'équilibre, *o d c*, présente un point maximum. Ce point maximum est le point de fusion du composé, c'est-à-dire qu'à ce point, la composition du solide et de la solution sont semblables. Par conséquent, il est clair que l'on peut s'assurer de la composition du composé solide par la position du point maximum.

On obtient un diagramme du type général montré dans la Fig. 3 dans le cas des composants eau et chlorure de calcium qui forment l'hexahydrate bien connu $\text{Ca Cl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, fusible à la température de $30^\circ 2$. Lorsqu'il y a formation de plus d'un composé avec point de fusion défini, on obtiendra une série de courbes similaires à *o d c* dont chacune aura un point maximum correspondant à la composition du composé particulier, phénomène dont nous avons un bon exemple dans le cas des hydrates de chlorure ferrique.

b) On trouve aussi souvent, si ce n'est plus encore, dans le cas de systèmes à deux composants formés par de l'eau et un sel, que le composant ou les composants formés n'ont pas de point de fusion défini, mais que, avant que ne soit atteinte la température du point de fusion, le composé (hydrate) se dédouble en sel anhydre (ou en hydrate inférieur) et en eau. Dans ce cas, on n'obtient pas de courbe avec un point maximum, mais comme il y a un changement dans la phase solide, la courbe d'équilibre (donnant la composition de la solution) présente une brisure, ainsi qu'il est conforme à la Loi des Phases. Le diagramme obtenu est alors tout à fait semblable à la courbe supérieure exposée dans la Fig. 2; et pour chaque changement de la phase solide, pour chaque transition d'un hydrate plus élevé à un moins élevé ou à un sel anhydre, il y aura une brisure semblable à celle qui existe en *c* dans la Fig. 2.

Ce que nous venons de dire démontre d'une manière bien évidente qu'une étude de la courbe de l'équilibre peut jeter beaucoup de lumière sur les relations mutuelles existant entre deux substances complètement miscibles entre elles à l'état liquide. Cette étude montrera si à des températures voisines du point de fusion, la formation d'un composé se produit ou non, et ensuite si ces composés, s'ils sont formés, possèdent ou non,

un point de fusion déterminé. Dans le premier cas, on peut s'assurer rapidement de la composition du composé ou des composés.

Il ne faut pas s'imaginer que les relations d'équilibre qui viennent d'être décrites, n'ont trait qu'aux systèmes dont l'eau et un sel constituent les éléments. Au contraire, les diagrammes d'équilibre que nous avons décrits très brièvement ci-dessus sont d'une application absolument générale aux systèmes à deux composants, capables, à l'état liquide, de former des solutions l'un avec l'autre. Dans ces dernières années, ce mode de recherches par la Loi des Phases a été largement appliqué à d'autres systèmes à deux composants. Les recherches sur les courbes d'équilibre (courbes de point de congélation ainsi qu'on les appelle souvent) dans le cas, par exemple, de substances organiques optiquement actives, ont jeté beaucoup de lumière sur la nature des corps optiquement inactifs, et ont permis d'arriver à décider si une substance inactive, capable de se résoudre en antipodes optiques, est simplement une mixture ou un conglomerat de formes actives ou bien est un véritable composé ou un racémate.

On obtiendra, dans le premier cas, un diagramme d'équilibre du type de la courbe inférieure dans la Fig. 2; dans le dernier cas, on obtiendra un diagramme de type général montré par la Fig. 3.

Mais c'est peut-être dans les recherches sur la nature des alliages métalliques que l'utilisation de la Loi des Phases a trouvé sa plus importante application, ces dernières années. Grâce à l'emploi de celle-ci, accompagnée par la précieuse méthode d'examen au microscope, on est arrivé à une connaissance très étendue de grande importance théorique, et pratique, aussi bien, au sujet de la composition et de la nature des alliages, et l'on peut assurer que l'acquisition des ces connaissances aurait été infiniment plus difficile, sinon impossible, sans le secours que la Règle des Phases procure à la fois dans la recherche, et dans l'interprétation des résultats.

Quoique le bref examen qu'il nous a été possible de faire dans le court espace dont nous disposons ne puisse donner qu'une faible idée de la portée et des applications pratiques de la Loi des Phases, il pourra servir, nous l'espérons, à faire connaître les principes qui se trouvent appliqués à la recherche des problèmes relevant de cette méthode, car bien que

beaucoup de systèmes soient infiniment plus compliqués parmi ceux qui ont été débrouillés ces dernières années, grâce à la Loi des Phases, ils sont tous composés de systèmes de différents degrés de variabilité, définis par les rapports déterminés entre le nombre des composants et les phases co-existantes.

Aberystwyth, University College of Wales.

ALEX. FINDLAY

(Traduit de l'anglais par M. Henry de Varigny - Paris).

L'ÉVOLUTION DU RAISONNEMENT

PREMIÈRE PARTIE.

Du raisonnement concret au raisonnement abstrait.

Dans notre précédente étude *Qu'est-ce que le raisonnement*, nous avons vu que, pour découvrir la « nature » de ce phénomène psychique d'ordre supérieur, — c'est-à-dire afin de mettre en évidence les phénomènes psychologiques élémentaires de la combinaison desquels il provient, — il convenait, tout en employant toujours les exemples les plus simples possibles, de l'étudier d'abord proprement chez l'homme. C'est que, dans ce cas, nous pouvions le rechercher tel qu'il se manifeste par l'introspection de nous-mêmes ou dans la parole de nos semblables et conséquemment le suivre dans toute la succession de ses diverses phases; tandis que, si, pour employer la méthode « phylogénétique », nous eussions voulu l'étudier dès le début chez les animaux, en partant des plus inférieurs pour remonter ensuite aux plus élevés dans l'échelle zoologique, nous n'aurions pu l'examiner que dans la façon extérieure dont les animaux se comportent, et dès lors non pas phase par phase, à mesure qu'il se produit, mais bien seulement quand, en tant que phénomène psychique interne, il est déjà un fait accompli et par suite qu'il n'est plus un fait susceptible d'aucune analyse. Nous ajoutions cependant que, une fois que nous en avions découvert la nature par l'étude de ses manifestations en nous-mêmes et dans nos semblables, nous aurions pu alors, et alors seulement, rechercher ses manifestations non équivoques aussi chez les animaux, et procéder au même moment à l'étude de son évolution. Voilà précisément le sujet du présent travail.

Quant au résultat des recherches que nous avons faites dans notre précédent article, c'est, il convient de le rappeler, que le raisonnement, tel qu'on peut l'observer en nous-mêmes ou dans nos semblables, n'est pas autre chose, en substance, qu'une suite ou une combinaison d'opérations ou expériences simplement imaginées, qui met l'individu dans l'état même de « constatation » mentale, où il finirait par se trouver, si ces opérations ou expériences eussent été au contraire effectivement accomplies, et d'après lequel il détermine sa propre conduite. Nous devons par suite maintenant examiner ici, en premier lieu, si la façon de se comporter des animaux, telle qu'elle se manifeste à la suite de circonstances données, nous autorise à admettre qu'elle aussi est due à un processus de « constatation » semblable, qui s'est produit par l'effet de causes internes, et non par l'effet de circonstances externes effectivement survenues.

I.

Jennings raconte que, en tourmentant par un jet persistant de poudre de carmin un infusoire Stentor, fixé au fond de l'aquarium au moyen de son pédoncule, le petit organisme se plia tout d'abord d'un côté comme pour écarter cette gêne. Cette réaction contre la gêne, « avoiding reaction », fut répétée une ou plusieurs fois; mais l'infusoire ne réussissant pas de cette manière à se dégager de la nuée de grains de carmin répandue tout à l'entour, il changea de réaction en renversant le mouvement des cils de son péristoma, de façon à chasser l'eau souillée loin du disque et de l'entrée buccale. Cela ne dura qu'un instant, après lequel fut repris le mouvement ciliaire habituel tendant à ramener l'eau. Les grains de carmin continuant cependant, avec la reprise du mouvement ciliaire ordinaire, à gêner l'animal, le renversement du courant fut répété deux ou trois fois dans une succession rapide. Mais ces tentatives répétées n'ayant pas elles non plus réussi à libérer du trouble le petit organisme, la réaction suivante de celui-ci fut de se retirer tout entier dans son tube de mucus. C'est de cette façon que notre infusoire parvint à n'être plus gêné, mais au prix d'une suspension totale d'activité et, par suite, de la perte de toute occasion de se procurer de la nourriture. Aussi le petit animal ne demeura dans le tube qu'environ

une demi-minute, après quoi il sortit de son tube en reprenant son mouvement ciliaire habituel. Or, lorsque le carmin recommença après cela à le tourmenter comme avant, le petit animal ne répéta pas les deux tentatives inutiles d'avant, à savoir le repliement sur son côté, puis le renversement du courant, mais il rentra tout simplement dans le tube. Mais, ayant répété plusieurs fois aussi cette troisième réaction qui consistait à se contracter dans le tube, et toujours inutilement, le petit animal finit par renoncer à s'allonger de nouveau, et, s'étant dégagé par de fortes secousses du fond de l'aquarium, il abandonna sans plus son tube et s'en éloigna, à la recherche d'un autre emplacement.¹

Bien que, lorsqu'il s'agit d'organismes aussi peu élevés dans l'échelle zoologique, on ne puisse jamais exagérer la prudence dans l'interprétation des causes de n'importe laquelle de leurs attitudes, il ne nous paraît pourtant pas trop hasardé de supposer que la répétition de l'action gênante du carmin, à la première sortie du petit animal hors du tube, doit avoir provoqué en lui la même tendance à accomplir de nouveau les deux tentatives de repliement sur un côté et ensuite de renversement du courant, mais que cette double attitude, en ne se produisant à peine qu'à « l'état naissant », — en n'étant que simplement « imaginée », dirait-on, s'il était question d'un animal supérieur, — doit, en raison de la propriété mnémotique fondamentale de toute la substance vivante, et dès lors en raison de pures causes internes, avoir provoqué dans l'organisme le même maintien de l'état de malaise physiologique, la même « constatation » gênante de la durée du trouble, qui se trouva provoquée la première fois par le milieu extérieur à l'occasion des deux tentatives qui ont été effectivement poursuivies et qui ont échoué. De là, la manière de se comporter de l'animal, l'action de se retirer de nouveau, sans plus, dans le tube, de la même façon qu'il serait arrivé si ces deux tentatives eussent été aussi cette fois effectivement poursuivies et si l'animal eût effectivement constaté leur insuccès.

La même interprétation vaut pour le nouveau changement de conduite, quand, après avoir tenté et retenté plusieurs fois de sortir hors du tube et toujours constaté le maintien de

¹ H. S. JENNINGS, *Behavior of the lower Organismus*, Columbia University Press, New York, 1906, pag. 174-175.

l'action perturbatrice, l'animal renonce à en sortir de nouveau et abandonne finalement le tube.

Si donc cette interprétation est juste, nous pouvons dire que le processus physiologique qui s'est produit dans le petit infusoire et qui l'a amené à « tirer parti de l'expérience », contient déjà en germe tous les éléments fondamentaux du processus physio-psychologique, qui, dans les animaux supérieurs et chez l'homme, constituera précisément le raisonnement.¹

Mais si la preuve que les éléments fondamentaux qui constitueront ensuite le raisonnement ne manquent pas même dans l'infusoire est douteuse, — et naturellement elle ne peut ne pas l'être, — il ne peut y avoir, en revanche, aucun doute que des formes simples de raisonnement se présentent dans les animaux, à mesure que nous nous élevons de ces couches inférieures de l'animalité.

Parmi les milliers et milliers de cas qui ont été rapportés de l'attitude intelligente de la part des animaux, qu'il nous suffise de choisir ici les quelques-uns qui suivent, à titre d'exemple.

A travers une colonne de fourmis, l'on posa une grosse branche sèche qui fut foulée sur le sol de façon à ne permettre pas aux fourmis de passer dessous. Après quelques vaines tentatives d'en faire l'escalade, on vit les fourmis déposer leur charge et se mettre à creuser un tunnel sous la branche, ce qui demanda une bonne demi-heure. Une fois achevé le tunnel, chaque fourmi reprit son chargement, et la marche recommença dans le même ordre. — Le tronc d'un arbre visité par d'autres fourmis fut garni tout autour avec un drap imprégné d'eau de tabac. Les fourmis qui montaient, dès qu'elles arrivèrent à l'obstacle, « en examinèrent tout d'abord la nature, après quoi elles rebroussèrent chemin pour aller chercher à une certaine distance de minuscules mottes de terre, qu'elles transportèrent avec leurs mandibules et qu'elles déposèrent l'une après l'autre sur le drap imprégné de tabac, jusqu'à ce qu'elles eurent établi à travers ce drap un chemin de petites mottes, chemin sur lequel les fourmis passèrent impunément, tant en montant sur l'arbre qu'en en redescendant ». — On vit une guêpe se poser sur une feuille enroulée

¹ Cfr. JENNINGS, *ibid.*, 175-179.

de poirier, qui formait un nid de chenille. « La guêpe en examina les deux extrémités, et, les trouvant formées, fit dans la feuille, à l'une de ses extrémités, un trou d'environ un huitième de pouce de diamètre. Puis elle passa à l'autre extrémité et fit du bruit de façon à épouvanter la chenille, laquelle se précipita hors du nid à travers le trou et fut ainsi prise par la guêpe ». — Sur le bord du creux qu'un crustacé de mer s'était ménagé dans le sable, on posa quatre coquillages, dont l'un glissa au fond du creux. « Cinq minutes environ après, le crustacé porta au dehors le coquillage tombé à l'intérieur du creux et le transporta à la distance d'environ un pied; il vit alors les trois autres coquillages posés sur le bord, et, pensant évidemment qu'ils auraient pu aussi glisser en bas, il les transporta au point où il avait déjà déposé le premier ». — Un morceau de victuailles fut jeté dans un aquarium où se trouvait une raie et tomba dans l'angle formé par le verre antérieur et le fond. « La raie, un champion plutôt grand, fit des tentatives répétées pour saisir la nourriture, mais toujours en vain, par suite du fait que la bouche est située à la partie inférieure de la tête et que la nourriture était trop proche du verre. Elle se tint alors parfaitement tranquille pendant un moment, comme si elle eût pensé à ce qu'il fallait faire, puis tout à coup se souleva en prenant une position inclinée par rapport à la verticale, la tête tournée vers le haut et la partie ventrale tournée vers la nourriture; après quoi, elle commença à agiter ses larges nageoires, en créant ainsi un courant d'eau vers le haut; ce courant souleva l'appât du fond de l'aquarium et le transporta directement à la bouche de la raie ». — Un cobra avait glissé sa tête en dehors des barres de sa cage et avalé une grenouille. Mais ne parvenant plus, en raison du gonflement ainsi produit, à retirer sa tête à l'intérieur de la cage, il rejeta au dehors la précieuse proie. Mais comme celle-ci remuait encore, il la ressaisit brusquement, la ravala et fit de nouveau des tentatives pour ramener sa tête à l'intérieur. N'y ayant pas encore réussi cette fois, il rejeta la grenouille de nouveau hors de sa gueule, la prit par une patte, la tira à l'intérieur de la cage et l'avala définitivement. — « Quelques pigeons s'étaient rassemblés pour manger des grains qui étaient tombés accidentellement à terre au moment où l'on attachait, pendant un arrêt, une musette d'avoine à la tête d'un cheval. Dès que les grains tombés à terre eurent

été finis, l'un des pigeons prit sa volée et, battant furieusement les ailes, il vola tout droit aux yeux du cheval, de façon à ce que celui-ci secouât sa tête et fût en conséquence tomber d'autres grains hors de la musette. Cela fut répété plusieurs fois et à chaque fois précisément que la provision à terre avait été épuisée ». — Deux chèvres, parties de directions opposées, se rencontrèrent sur la crête d'une roche, dont les deux flancs étaient à pic, et trop étroite cependant pour leur permettre de passer l'une à côté de l'autre. « Les deux animaux se regardèrent l'un l'autre pendant quelque temps, comme s'ils se fussent mis à réfléchir à leur situation et qu'ils eussent délibéré sur ce qu'il y avait à faire. Finalement, l'une des deux chèvres s'agenouilla avec de grandes précautions et s'accroupit le plus qu'il lui fût possible; après quoi, l'autre lui passa sur le dos ». — Un éléphant tourmenté par de grosses mouches, dès qu'il eut la liberté d'aller où il voulait, se rapprocha d'un bouquet de jeunes plantes bien garnies de branches « et, en ayant choisi une, avec sa trompe il dépouilla complètement la partie inférieure de la tige, enlevant tous les rameaux les plus bas et en laissant seulement une belle touffe dans le haut. Ensuite, il en repolit encore mieux, en s'y reprenant à plusieurs fois, la partie inférieure, après quoi il saisit et brisa la tige au point le plus bas, obtenant ainsi un magnifique éventail long d'environ cinq pieds, avec lequel il chassa les mouches tant d'un côté que de l'autre ». — Un chat avait l'habitude de se cacher près de l'endroit où on jetait les miettes de la table pour s'élancer au moment opportun sur l'un des petits oiseaux qui s'y réunissaient, attirés par l'appât de la nourriture. Pendant quelques jours, la coutume de jeter les miettes aux petits oiseaux fut abandonnée. On vit alors le chat « semer de petits morceaux de pain sur l'herbe, évidemment dans l'intention d'attirer ainsi de nouveau les oiseaux ». — Un chien, un matin où l'herbe était toute couverte de gelée blanche, « tira son paillason hors de sa niche, d'où il avait été détaché, et le porta sur le pré sous les fenêtres de la maison, et on l'y trouva couché sur son paillason, qui, de cette façon, servit à le protéger contre la gelée ».¹

Et nous pourrions continuer ainsi à plaisir. Tout le monde

¹ GEORGE I. ROMANES, *Animal Intelligence*, Seventh Edition, Kegan Paul-Trench-Trübner and Co., London, 1898, pag. 95-96, 135, 195-196, 233, 251, 262, 317, 337-338, 409, 418, 466.

sait, en effet, comment l'on trouve en très grand nombre d'autres exemples semblables d'intelligence animale soit dans le même ouvrage de Romanes, soit dans tout autre bon livre de zoologie ou de psychologie comparée. Les quelques qui ont été rapportés ici ont même été choisis parmi les plus simples et les plus communs, parmi ceux qui n'ont justement rien d'extraordinaire, parmi ceux dont l'interprétation est la plus facile.

Pourtant, même par rapport à ces exemples les plus simples, que personne ne met en doute en eux-mêmes, les discussions n'ont certainement pas fait défaut sur le fait de savoir s'ils représentent ou non des cas d'un véritable et propre « raisonnement ». Mais la solution est restée en suspens, parce que ni aux partisans ni aux adversaires d'une « raison » animale n'est jamais clairement apparue la véritable nature du raisonnement, tel qu'il se manifeste aussi chez l'homme.

En effet, si le raisonnement n'est substantiellement, même chez l'homme, qu'une série d'actions ou d'opérations ou d'expériences simplement pensées, alors les faits plus haut cités et tous les autres faits semblables devront être considérés sans aucun doute comme autant d'exemples de raisonnement animal véritable et propre. Et il n'y a rien en vérité d'étonnant, par exemple, à ce que dans une fourmi, qui aura déjà dans le passé creusé des galeries, même dans des circonstances diverses, et qui aura ensuite éventuellement circulé dans telle ou telle galerie avec quelque charge, vienne maintenant à se produire, sous l'impulsion de l'affectivité combattue tendant à porter dans le nid le précieux butin, le rappel de l'un de ces anciens travaux d'excavation associé au rappel de l'un de ces passages. Et il suffit de la simple reproduction mnémonique de semblables faits du passé, combinés de façon à ce que, dès qu'ils seraient réalisés, ils satisfassent la tendance affective combattue, pour que cette dernière pousse à une pareille réalisation effective. Comme il n'y a rien d'étonnant, pareillement, à ce que la guêpe, qui, durant son expérience, aura constaté bien souvent, quand elle s'approchait en bourdonnant des nids de chenilles, que la chenille elle-même sortait par quelque trou du nid et toujours du côté opposé à elle, se présente, sous l'impulsion de la faim, l'image d'un trou aussi percé dans le nid qui en est présentement privé, et par suite aussi l'image de son action perforatrice, qu'elle a déjà accomplie plusieurs fois dans le passé, même alors que les

circonstances étaient autres et qu'elle s'en prenait à des objets assez différents: image d'un acte à issue favorable, que la tendance affective de la faim pousse la guêpe *ipso facto* à réaliser.

Le raisonnement des animaux, entendu dans ce sens, c'est-à-dire dans le sens d'un très simple « Gedankenexperiment » qui précède l'action, n'a donc en lui-même rien d'extraordinaire, et spécialement rien qui soit plus extraordinaire que n'importe quelle autre faculté mentale ou psychique des animaux eux-mêmes, que personne n'oserait nier.

Seulement, il est fort probable que, dans ces derniers, comme du reste également chez beaucoup d'hommes, un semblable raisonnement ne revêt jamais, ou presque jamais, le caractère d'une succession et combinaison d'actes, longue et compliquée, graduellement imaginée sous l'impulsion de l'affectivité primaire, et contrôlée et corrigée à chaque pas par l'affectivité secondaire de l'« état d'attention » correspondant, laquelle tend à éviter de nouveaux insuccès, qui, dans le passé, étaient dérivés du fait que, pour des actes donnés, des résultats non justes avaient été imaginés. Fort probablement, le raisonnement revêtira chez les animaux, plutôt, d'ordinaire, le caractère d'une évocation spontanée et instantanée d'une combinaison mentale d'actes, très brève et très simple, suscitée d'un seul coup par l'impulsion puissante d'une affectivité primaire intense, sans le contrôle d'aucune affectivité secondaire.

En d'autres termes, le raisonnement dans les animaux, et spécialement dans les animaux inférieurs, sera plutôt une combinaison mentale d'actes « conçue par intuition », au lieu d'une combinaison « réfléchie ».

En outre, le raisonnement dans les animaux sera *particulier* et *concret*, vu qu'il ne s'élève pas non plus facilement chez les hommes jusqu'à devenir *général* et *abstrait*. La fourmi ne pensera certainement pas que le percement d'un tunnel soit le moyen le plus propre *en général* à surmonter *cette catégorie donnée* d'obstacles. La guêpe n'élèvera pas non plus au degré de théorie son système de chasse aux chenilles. Mais le « Gedankenexperiment » tant de l'une que de l'autre ne se rapportera certainement, chaque fois, qu'à l'obstacle donné, qui barre le passage en ce moment donné, et qu'à ce nid particulier de chenille, qui se présente maintenant dépourvu de toute espèce de tron.

Mais en dehors de cette infériorité de degré, — d'être une combinaison mentale seulement d'expériences *particulières* et *concrètes*, — aucun fait, répétons-le, ne nous autorise à douter de la faculté de raisonnement dans les animaux aussi, faculté qui est d'autre part confirmée par toute leur façon de se comporter; et aucun fait non plus ne nous autorise à admettre que le raisonnement dans les animaux diffère *en substance* du raisonnement chez l'homme.

Toutefois, on ne peut certainement nier que le raisonnement général et abstrait auquel peut s'élever *l'homme supérieur* diffère beaucoup, sinon en substance, du moins en ce qui concerne son degré de supériorité, du raisonnement particulier et concret, duquel seulement semblent être capables les animaux, même les plus élevés intellectuellement. Et c'est même dans cette capacité d'un raisonnement général et abstrait que beaucoup de gens, — à commencer par Locke lui-même, — ont voulu voir (et non à tort, dès qu'il s'agit *non autant du commun des hommes que des esprits supérieurs*) la différence principale qui sépare intellectuellement l'homme des brutes:

« Il me semble aussi évident que les brutes, ou certaines d'entre elles, dans des circonstances données, raisonnent qu'il est évident qu'elles ont des sens; mais c'est seulement sur des idées particulières, telles qu'elles les reçoivent de leurs sens. Elles sont, les meilleures d'entre elles, enchaînées au dedans de ces bornes étroites, et n'ont pas, à ce que je pense, la faculté de les élargir au moyen d'aucune espèce d'abstraction ».¹

Il convient donc maintenant d'examiner ce que sont et comment naissent les *concepts généraux abstraits* et quel sont le genre et le degré de supériorité qu'ils confèrent au raisonnement, qui recourt à eux.

C'est, en effet, dans l'emploi de concepts toujours plus généraux et abstraits que consiste toute *l'évolution du raisonnement*, que nous nous sommes précisément proposé d'étudier dans ce travail.

II.

Mais avant de passer à l'étude des véritables et propres concepts, il faut indiquer très brièvement un phénomène psy-

¹ JOHN LOCKE, *An Essay concerning Human Understanding* (1689), George Routledge, London (sans date), Book II, Chap. XI, § 11, pag. 105.

chologique plus humble et plus simple, qui est comme la toute première matrice dont ils sont sortis ensuite: nous voulons dire, la *classification affective*.

Devant un poussin qui venait à peine de naître, on mit des chenilles toutes à peu près d'une forme et d'une taille égales, mais de couleur différente; parmi les diverses espèces, il y en avait une, striée de noir et de jaune, qui était infecte au goût du poussin. Or, en fort peu de jours, le poussin acquit la plus complète expérience de la chose; « et tandis qu'il saisissait avidement les autres chenilles, il ne touchait même pas aux chenilles de cette espèce ».¹

Ce très simple fait nous fournit un clair exemple de classification affective de la part du poussin: toutes les chenilles qui ne sont pas striées de jaune et de noir sont évidemment pour lui « équivalentes », parce que toutes comestibles; et vis-à-vis de celles-ci, il pose « en un seul groupe », en une autre classe bien distincte, les chenilles striées de jaune et de noir, pour lui également « équivalentes », parce que d'un goût infect.

Or, tous les animaux, à commencer par les plus infimes, sont capables d'une semblable classification affective; c'est même elle qui constitue et résume toute leur « connaissance empirique ». Et l'on ne peut douter qu'une classification affective entièrement semblable n'ait présidé à toutes les premières connaissances empiriques aussi chez l'homme.

Quelqu'en soit l'origine, — émotivo-interjectionnelle, ou par onomatopée, ou, selon la célèbre théorie de Noiré et de Max Müller, par suite de « *clamor concomitans* », — il est cependant certain que les premiers noms créés par le langage n'ont été que des *noms communs*, c'est-à-dire que des symboles phonétiques propres à indiquer respectivement telle ou telle classe de phénomènes ou d'objets, *équivalents par rapport à une affectivité donnée, à un besoin donné, à un désir donné*.²

Et cette nature affective des noms communs s'est conservée ensuite et se conserve encore aujourd'hui, peut-on dire, intacte, malgré que leur emploi quotidien tende à en affaiblir les vives couleurs originelles.

¹ LLOYD MORGAN, *Animal Behavior*, Second Edition, Arnold, London, 1908, pag. 57.

² Cfr. MAX MÜLLER, *The Science of Thought*, Longmans Green and Co., London, 1887, pag. 433.

Ainsi, encore aujourd'hui, l'homme partage d'abord, par rapport au besoin de se nourrir, de la même façon que le poussin qu'on vient de rappeler, tous les objets avec lesquels il vient en contact en objets comestibles et en objets non comestibles, les objets comestibles en nourritures animales et en nourritures végétales, et les unes et les autres en leurs si nombreuses variétés, selon la mesure et les modalités avec lesquelles elles sont aptes à satisfaire la faim, et il distingue les animaux qui donnent du lait de ceux qui n'en donnent pas, les arbres à fruits de ceux dont le fruit n'est pas mangeable, les fruits mûrs des fruits verts. Au point de vue du besoin sexuel, il distingue les sexes l'un de l'autre, la vierge de la femme qui ne l'est plus, la fillette de la femme adulte, la jeune femme de la vieille. Au point de vue de l'instinct propre de conservation, il distingue l'ami de l'ennemi, le galant homme du malandrin, le féroce carnivore de l'herbivore pacifique. Et ainsi de suite.

Mais si l'on observe bien, c'est jusqu'aux noms communs de nos objets d'usage artificiels les plus ordinaires qui reposent toujours tous sur une base affective, même si celle-ci passe désormais entièrement inaperçue. C'est-à-dire que chacun d'eux ne sert que comme symbole de telle ou telle classe d'objets, lesquels, alors même qu'ils sont très différents les uns des autres sous d'autres rapports, sont cependant pour nous équivalents, par rapport à tel ou tel de nos besoins ou désirs. Par « maison », par exemple, nous entendons un groupe d'objets, différents autant qu'on veut les uns des autres, mais tous propres à nous protéger contre les intempéries: « maison » a probablement signifié d'abord, avance le même Max Müller, « whatever covers », « a covering ». Par le mot « vêtement », nous désignons tout le groupe d'objets propres à protéger contre le froid notre corps entier; tandis que les bas, le pantalon, la jaquette, le chapeau protègent contre le froid des parties différentes du corps. Les fourrures, les étoffes de laine, les tissus de coton satisfont dans une mesure différente et avec des modalités diverses ce besoin que nous avons de nous couvrir. Le lit, le divan, le fauteuil, la chaise, l'escabeau satisfont à des degrés divers et avec des modalités différentes le besoin que nous avons de nous reposer.

Typique est, à cet égard, le nom commun de « poison ». Il représente une classe d'objets tels qu'au point de vue de la

perception, il serait difficile d'en trouver de plus différents les uns des autres: par leur constitution minérale, végétale ou animale, par leur état physique solide, ou liquide, ou gazeux, par leur forme, couleur, saveur, odeur, etc., ils ne pourraient différer davantage les uns des autres; et pourtant, l'homme en a fait une classe bien distincte, parce que, par rapport à l'instinct de conservation, il sont pour lui tous équivalents.

Locke se demande subtilement quelle plus grande connexion ou relation existe en nature entre l'idée de tuer et l'idée d'homme d'une part, et la même idée de tuer et l'idée de mouton d'autre part, qui explique pourquoi, pour l'action de tuer un de nos semblables, et dès lors pour qui accomplit cet acte, on a créé une espèce particulière d'actions et d'hommes, désignée par les mots exprès respectivement d'assassinat et d'assassin, tandis qu'il n'existe aucun terme pour désigner l'action correspondante de tuer un mouton. Et pourquoi, d'une façon analogue, le terme de parricide existe et non celui de filicide. Et pourquoi il y a une façon particulière de désigner la forme de la partie de l'arme qui entre dans les chairs et frappe, — par exemple arme à pointe ou poignard, — et non la forme du reste de l'arme elle-même.¹

Eh bien! la classification affective explique immédiatement cette diversité de traitement: parce que ce sont seulement ceux qui ont tué l'un de leurs semblables, appartenant à la même collectivité qu'eux, et non pas ceux qui ont tué n'importe quel animal, qui représentent pour tous les membres restants un groupe d'individus équivalents par la crainte qu'ils inspirent. De même, pour l'ordre social, dans le régime patriarcal, le meurtre du père par son fils était beaucoup plus grave que le meurtre du fils par son père. Et en ce qui concerne la gravité de la blessure, toutes les armes à pointe sont équivalentes, quels que soient d'ailleurs la forme, la matière, la couleur et l'aspect en général de leur manche.

Même les noms communs ou « concepts », qui sembleraient à première vue avoir le moins un substrat affectif, apparaissent pourtant, autant que les autres, en possession d'un semblable substrat, à une analyse un peu attentive. Le nom commun ou concept de « balle » nous servira d'exemple pour tous:

¹ JOHN LOCKE, op. cit.: *An Essay concerning Human Understanding*, Book II, Chap. V, § 6, pag. 349.

« L'enfant, écrit Miller, a une tendance naturelle à jouer. Entre autres choses, son activité pour le jeu le met en contact avec ce que nous appelons une balle. La réaction à l'égard de la balle provoque l'action de faire rouler celle-ci, *et c'est cela qui l'intéresse*. Il arrive à se trouver à plusieurs reprises en contact avec des choses rondes, et sa réaction sur ces choses aboutit toujours à *cette agréable expérience* de les faire rouler ». Il réunit ainsi toutes ces choses, quelles que soient d'ailleurs la matière dont elles sont faites, leur couleur, leur grandeur, etc., en un seul groupe, qui constitue pour lui le concept de balle.

« En d'autres termes, continue notre auteur, par rapport à la réalisation de certains besoins ou à la satisfaction de certaines impulsions, nous trouvons qu'entre plusieurs objets ayant certaines caractéristiques, *l'un vaut exactement autant que l'autre* ». — « Le concept est donc de sa nature *général* et il est relatif à un besoin ».¹

Le concept de « chien », par exemple, est parmi ceux qui ont donné le plus à faire aux philosophes: « Qui a jamais vu, écrit Max Müller, un chien? Nous pouvons voir un braque, un lévrier, un basset, nous pouvons voir un chien blanc, noir, brun, mais nul œil humain n'a jamais vu un chien ». Il en est de même pour le concept d'« arbre »: « Personne n'a jamais vu un arbre, mais seulement tel ou tel sapin, tel ou tel chêne, tel ou tel pommier. L'arbre est un concept, et, comme tel, ne peut jamais être vu ou perçu par les sens, il ne peut jamais prendre aucune forme phénoménale ou intuitive ».²

Tout cela est juste; sauf que Max Müller ne voit pas comment toutes ces difficultés disparaissent d'elles-mêmes, dès qu'on reconnaît que la nature du concept est, non pas d'ordre perceptif, mais bien simplement et purement d'ordre affectif.

Et que quelque substratum affectif, même différent du substratum originaire, et même aussi différent d'une fois à l'autre selon le cas, soit toujours prêt à reparaitre, à la première occasion propice, jusque dans ces noms communs ou concepts, où l'on aurait eu le moins à s'attendre d'en trouver encore des vestiges, c'est ce qui est précisément démontré par ces concepts de chien et d'arbre: D'un buisson, par exemple,

¹ I. E. MILLER, *The Psychology of Thinking*, Macmillan, New York, 1909, pag. 290, 213.

² MAX MÜLLER, op. cit.: *The Science of Thought*, pag. 78-79.

un animal débouche en hurlant. L'enfant apeuré s'enfuit et cache la tête dans le giron de sa mère. « Nigaud, lui dit celle-ci, ne vois-tu pas que c'est *un chien* ? » — Et sous les rayons cuisants du soleil, le voyageur exténué crie avec joie à son compagnon : « Voilà là-bas *un arbre* sous lequel nous pourrions nous reposer ».

III.

Par ces quelques exemples, choisis, comme nous cherchons toujours à le faire, parmi les plus simples et en même temps les plus typiques, nous voyons donc que les « noms communs » ou « concepts » les plus familiers ne représentent rien d'autre que des classes d'objets, même les plus divers entre eux, nous le répétons, sous d'autres rapports, mais tous équivalents entre eux par rapport à l'un de nos besoins ou à l'une de nos tendances affectives.

En d'autres termes, tout nom commun, tout concept n'est, en substance, qu'un simple *groupement affectif* : Dans une pluralité d'objets, même très différents les uns des autres au point de vue de la perception, nous découvrons une même capacité de satisfaire une affectivité donnée, un besoin ou désir donné que nous avons, et par là nous réduisons la pluralité elle-même à l'unité : « Chaque fois que nous formons une classe, nous réduisons la multiplicité à l'unité, et nous découvrons, comme disait Platon, l'unique dans la multiplicité ».¹

De là résulte, comme conséquence immédiate, qu'il pourra y avoir autant de manières de classer le même nombre d'objets qu'il y a de points de vue affectifs différents, qu'il y a de sortes de désirs que ces objets peuvent exciter, qu'il y a de buts ou d'intérêts auxquels ils peuvent servir : « Il y a, en thèse générale, un nombre illimité de manières de classer n'importe quel groupe d'objets ».²

Notons que cette classification affective, nettement « subjective », renferme déjà en elle-même, en germe, la classification scientifique, qualifiée à tort d'« objective ». En effet, si des objets donnés sont capables de satisfaire tous la même affec-

¹ STANLEY JEVONS, *The Principles of Science*, Vol. II, Macmillan, London, 1874, pag. 345.

² STANLEY JEVONS, *ibid.*, 348.

tivité, cela ne peut dépendre que du fait qu'ils possèdent effectivement quelque propriété ou caractéristique en commun. Les choses, par exemple, qui nous plaisent tant parce qu'elles sont douces, contiennent toutes des substances données fort semblables par leurs propriétés chimiques; les étoffes qui satisfont le besoin de l'organisme d'être protégé contre le froid ont toutes la propriété physique d'être des corps mauvais conducteurs de la chaleur; les bêtes féroces, que le sauvage groupait en une seule catégorie parce qu'elles étaient également redoutables, ont toutes certains caractères zoologiques, qui ne sont pas en revanche possédés par les animaux herbivores, que l'homme primitif classait parmi les animaux à domestiquer pour en traire le lait et en manger la viande. Et ainsi de suite.

Une « objectivité » de beaucoup plus grande a cependant été atteinte seulement ensuite avec les classifications *indirectement affectives*, c'est-à-dire utilitaires ou techniques. Elles se réfèrent, comme on sait, aux divers animaux, aux diverses plantes, aux diverses forces en général de la nature selon leurs produits et leur emploi, ou même aux divers genres et instruments de travail et aux diverses matières premières que ce travail doit transformer: *aux divers moyens*, en somme, *propres à atteindre telle ou telle fin ou résultat*. Et avec l'extension incessante de l'action transformatrice de l'homme, dirigée vers le but de modifier toujours davantage à son profit le milieu extérieur, ces classifications se sont développées peu à peu toujours plus et ont en partie remplacé les classifications purement et simplement affectives.

Elles se sont montrées plus « objectives » que ces dernières, parce que, les moyens propres à atteindre des buts donnés étant dans la plupart des cas les mêmes pour tous les individus, elles venaient à être ainsi moins sujettes aux « accidentalités » affectives individuelles.

Mais le principe est resté toujours le même: objets ou phénomènes, même fort différents les uns des autres sous tous les autres rapports, se trouvent classés dans le même groupe, parce que, *devant une manière uniforme donnée de nous comporter par rapport à eux, ils se montrent « équivalents » comme moyens propres à atteindre le résultat ou la fin désirée*. De sorte que ces classifications utilitaires ou techniques sont restées toujours franchement *téléologiques*, c'est-à-dire toujours dans la dépendance du but ou de la fin à atteindre.

Ainsi, le concept de « coupe-papier », par exemple, renferme une quantité d'objets fort différents les uns des autres au point de vue perceptif: les uns sont en bois, d'autres en ivoire, d'autres en argent; les uns sont constitués par une seule lame, d'autres par une lame et un manche; et le manche, dans ces derniers, prend les formes les plus variées possible. Et pourtant tout ces objets ont été classés en un groupe bien défini, parce que, grâce au fait qu'ils possèdent une lame d'une épaisseur fort réduite au moins d'un côté, ils sont tous « équivalents » entre eux, par rapport à la fin de couper les pages d'un livre sans les déchirer.

On peut dire la même chose de tout autre instrument utilisable dans une opération technique ou une recherche scientifique. Prenons, par exemple, le concept de triangle: « Combien de difficultés et combien d'habileté n'exige pas, écrivait Locke, la formation de l'idée générale de triangle! En effet, cette idée ne doit être un triangle ni oblique, ni rectangle, ni équilatéral, ni isocèle, ni scalène, mais elle doit les être tous et ne doit être aucun d'eux à la fois ».¹

Et Berkeley, en réfutant Locke, niait tout court la possibilité d'avoir une semblable idée générale du triangle.²

Or, toutes ces difficultés disparaissent, si l'on reconnaît que le concept de triangle n'est pas autre chose, en substance, qu'une classification utilitaire d'une quantité de figures géométriques, lesquelles, même de forme très différente les unes des autres, sont cependant, grâce au fait qu'elles possèdent trois côtés seulement et, par suite, des propriétés géométriques données les mêmes pour toutes, « équivalentes » entre elles en tant qu'instrument de recherche pour des investigations géométriques données: il est, par exemple, entièrement indifférent, pour la fin de connaître la somme des angles intérieurs d'un polygone, de diviser celui-ci en une série de morceaux triangulaires plutôt qu'en une autre; de même que tout à fait indifférent est pour le géodésien et l'arpenteur, à parité des autres conditions, de se servir de l'un ou de l'autre système de triangulation.

¹ JOHN LOCKE, op. cit.: *An Essay concerning Human Understanding*, Book IV, Chap. VII, § 9, pag. 509.

² GEORGE BERKELEY, *A Treatise concerning the Principles of Human Knowledge* (1710), Introduction, in: *Berkeley's complete Works*, Fraser's Edition, Clarendon Press, Oxford, 1901, Vol. I, pag. 246 et suiv.

Et l'on peut dire la même chose aussi des concepts utilitaires les plus « abstraits ».

Toutes les classifications ou conceptions quantitatives, par exemple, ont eu une origine d'abord simplement affective, ensuite aussi utilitaire. La redistribution, par exemple, des terrains cultivables entre les agriculteurs, lorsque les eaux des inondations périodiques du Nil se retiraient, de façon que chaque portion fût « équivalente » aux autres, — c'est-à-dire capable de produire, quelle que fût du reste la configuration géométrique du champ, la même quantité de grain, qui était la seule chose qui importait dans une semblable redistribution, — donna naissance, comme l'on sait, au concept de surface.

L'« équivalence » de plusieurs outres, même des formes les plus diverses, à l'égard de la satisfaction, pour le même nombre de jours et pour les mêmes individus, du besoin de la soif, ne put manquer de faire apparaître très tôt le concept de capacité ou de volume.

Tandis que c'est de l'« équivalence » du travail d'un seul homme robuste et du travail de plusieurs jeunes gens, par rapport à la fin de soulever et transporter quelque grosse masse, ou de tout autre « équivalence » semblable, qu'est certainement dérivé le premier concept de force.

Et ainsi de suite.

Les concepts des diverses « quantités », — superficies, volumes, forces, etc., — sortent ainsi de la comparaison d'objets ou phénomènes faite d'un certain point de vue affectif ou utilitaire, par rapport auquel, afin que ces phénomènes ou objets apparaissent « équivalents », il est nécessaire et suffisant qu'on trouve en tous, non seulement présent, mais encore dans la même mesure, tel ou tel de leurs attributs.¹

Et des divers concepts quantitatifs sort ainsi le concept encore plus abstrait de nombre *comme moyen ou instrument général de constatation de toute et n'importe quelle équivalence quantitative*.

Les concepts mêmes d'espace, de temps et de cause ont eu enfin, primitivement, une origine affective ou utilitaire tout à fait analogue.

Le concept primitif d'espace sortit, fort probablement, de la comparaison de deux ou plusieurs parcours, différant même

¹ Cfr. ERNST MACH, *Erkenntnis und Irrtum*, Barth, Leipzig, 1906, pag. 357-359.

autant qu'on le veut entre eux sous les autres rapports, — vers l'orient ou vers l'occident, au milieu des champs ou à travers la forêt, de jour ou de nuit, avec un ciel serein ou un ciel nuageux, avec des compagnons ou sans, et ainsi de suite, — mais « équivalents » entre eux au point de vue d'obtenir, avec la même fatigue, représentée ici par la marche, le même résultat de transporter sa propre personne ou un produit donné d'un lieu à un autre.

De même deux périodes de notre propre existence, différant qualitativement entre elles autant qu'on le veut, — de printemps ou d'automne, de matin ou de soir, dans notre propre demeure ou au dehors, avant ou après le repas, dans le calme ou au milieu du vacarme, et ainsi de suite, — mais « équivalentes » entre elles par rapport à la fin d'obtenir le même produit avec le même effort de travail poursuivi avec les mêmes modalités de continuité et d'intensité, fournirent à nos primitifs ancêtres, on ne peut en douter, le tout premier concept de temps.

Tandis que, parmi tous les phénomènes en nombre infini qui concourent à produire tel ou tel autre événement, — c'est-à-dire dont l'antécédence ou la concomitance est nécessaire afin que ce dernier ait lieu, — seulement ce petit nombre furent d'abord considérés comme « causes », qui, tout différents qu'ils pussent être qualitativement, étaient pourtant « équivalents », par rapport à la fin de laisser arriver ou d'éviter l'événement même, *en tant que voies uniques de notre intervention*; c'est-à-dire, en tant qu'ils étaient les seuls, parmi tous les autres phénomènes antécédents ou concomitants nécessaires, sur lesquels il nous était possible d'avoir prise, et sur l'un ou l'autre desquels il était par conséquent indifférent pour nous d'agir, afin d'empêcher l'accomplissement de l'événement en question, non désiré ou craint.¹

Qu'il nous suffise ici de noter comment la formation de tous ces concepts utilitaires a été rendue possible seulement et a été ensuite considérablement favorisée par l'œuvre incessante et toujours en progrès de l'homme, œuvre ayant pour but de transformer son propre milieu; parce que c'est seulement cette œuvre qui pouvait faire découvrir que des objets

¹ Cfr. GIOVANNI VAILATI, *Sull'applicabilità dei concetti di causa e di effetto nelle scienze storiche*, « Scritti di G. Vailati », Seeber. Firenze, 1911, pag. 463-464.

ou phénomènes donnés, pourvu qu'ils eussent en commun seulement tels ou tels caractères et attributs, étaient équivalents entre eux par rapport à la fin à atteindre. Ce n'est donc pas à l'« invention » du langage, comme semble le prétendre Max Müller, que sont dus les concepts; mais langage et concepts, même les plus généraux et abstraits, ont procédé ensemble d'un pas égal, poussés tous les deux de façon incessante par ce *progrès technique* du travail de l'homme pris dans son sens le plus large.

IV.

En même temps que cette activité de l'homme transformant le monde extérieur et l'adaptant à ses propres besoins, multiples et variés, activité qui l'a poussé à passer de la classification purement affective à la classification utilitaire, progressait et se développait, souvent d'une façon autonome, son activité tendant à la connaissance pour elle-même, activité qui l'a poussé à passer de la même classification affective originaire à la classification conceptuelle-scientifique proprement dite.

En effet, tout le monde sait comment aussi la science a traversé une phase primordiale, dans laquelle les spéculations scientifiques étaient exclusivement tournées du côté de la *classification affective* des phénomènes.

Ainsi, tous les phénomènes célestes un peu exceptionnels, comme l'arc-en-ciel, les comètes, les éclipses, les conjonctions extraordinaires des planètes et les autres phénomènes semblables étaient la cause continuelle de peurs ou d'espérances superstitieuses; de là, les spéculations des premiers astrologues tendant à classer ces phénomènes parmi ceux qui portaient bonheur ou parmi ceux qui portaient malheur.¹

Pareillement, ce qui poussait les Grecs à trouver des analogies entre des phénomènes était l'inquiétude causée par des phénomènes qui n'avaient pas été encore classés affectivement: « Ce que les savants grecs comprenaient par l'explication d'un phénomène donné, observe fort bien Vailati, ce n'était pas tant l'analyse et la décomposition de ce phénomène en ses parties élémentaires, ou la détermination des lois de sa production, que son rapprochement auprès ou son identification

¹ Cfr. STANLEY JEVONS, op. cit.: *The Principles of Science*, Vol. II, pag. 322-323.

avec d'autres phénomènes plus communs et familiers ». — « Ce qui les poussait et les excitait à cette opération mentale, c'était, ils le notaient expressément, *le désir de se libérer de l'inquiétude*, et parfois aussi, comme, par exemple, dans le cas des phénomènes météorologiques, qui occupaient tant de place dans les spéculations des Grecs, *le désir de s'émanciper des terreurs* que leur causait la production de phénomènes trop différents de ceux qui étaient soumis à leur propre contrôle. Une explication qui pût satisfaire à cette condition était, pour eux, par là seulement, une explication suffisante ».¹

Et aussi dans des temps plus proches de nous, qu'on pense à l'importance qu'ont eue, par exemple, le fait de reconnaître dans les comètes qu'on craignait tant de simples planètes possédant seulement des orbites elliptiques très allongées, la réduction du mystérieux arc-en-ciel à un simple phénomène de réfraction de la lumière, l'explication de la foudre, qui a permis de la classer parmi les décharges électriques, et non plus parmi les manifestations de la colère divine. Et ainsi de suite.

C'est de ce besoin d'une classification affective des phénomènes qu'est peu à peu sorti celui d'en connaître l'origine: Quand on ne réussissait pas à classer directement un phénomène parmi les autres phénomènes qui nous étaient davantage familiers, on cherchait pour le moins à voir s'il *dérivait* de quelques-uns de ces phénomènes plus familiers, combinés différemment entre eux. *Ainsi apparut le besoin scientifique d'une histoire des choses.*

Or, l'expérience a démontré que, pour que de phénomènes donnés qui nous sont familiers dérive toujours le même phénomène qui ne nous est pas encore familier, il n'est pas nécessaire que ces phénomènes soient à chaque fois identiques en tout et pour tout les uns avec les autres, mais il suffit qu'ils le soient seulement par rapport à quelques-uns de leurs attributs ou caractères. Ainsi ces phénomènes, même très différents entre eux sous tous les autres rapports, furent considérés comme *équivalents par rapport à la fin de produire le phénomène qu'il s'agissait d'expliquer.*

C'est de cette façon que la classification conceptuelle-scientifique proprement dite ne diffère en rien, en substance, de la clas-

¹ GIOVANNI VAILATI, *Il metodo deduttivo come strumento di ricerca*, « Scritti di G. Vailati », Seeber, Firenze, 1911, pag. 129.

sification utilitaire, parce que la production du phénomène à expliquer constitue la fin en raison de laquelle on effectue la classification des phénomènes restants.

Toute classe de phénomènes, comprenant tous ceux qui sont équivalents par rapport à la fin de produire tel ou tel phénomène à expliquer, constitue précisément un concept scientifique. Et la désignation de l'attribut particulier, nécessaire et suffisant pour rendre tous ces objets ou phénomènes équivalents entre eux par rapport à cette fin, constitue une règle ou loi scientifique: « Une règle, qui se trouve obtenue par l'observation des faits, ne peut embrasser le fait entier dans sa richesse infinie, dans son inépuisable variété, mais elle ne donne qu'une *esquisse du fait, en ne relevant unilatéralement que ce qui importe au but technique ou scientifique* ».¹

La « schématisation » des phénomènes ne consiste précisément que dans le fait de les réduire à cet attribut particulier seul, qui est l'unique attribut qui intéresse pour la production du phénomène désiré. Toute schématisation a ainsi toujours un substratum affectif ou utilitaire. Et il pourra en conséquence y avoir autant de schématisations différentes des mêmes phénomènes qu'il y aura de fins leur servant de base.

C'est dans cette schématisation, c'est dans cette réduction des phénomènes, « agrégats de qualités », à la seule qualité qui seule les rend équivalents entre eux par rapport à telle ou telle fin à atteindre, c'est dans cette extraction et conservation, parmi tous les éléments sensibles ou attributs des objets les plus variés, de celui seulement qui est nécessaire et suffisant pour la production de l'objet ou de l'événement désiré ou du phénomène qu'il nous importe d'« expliquer », c'est en cela, et en cela seulement, que consiste donc le processus de « généralisation » ou d'« abstraction ».²

Et c'est pour n'avoir pas vu cette base de véritable et propre classification affective ou utilitaire, sur laquelle repose la formation de n'importe quel concept, que ni Locke, ni Berkeley, ni Max Müller, ni Stuart Mill lui-même n'ont réussi

¹ ERNST MACH, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, Siebente Auflage, Brockhaus, Leipzig, 1912, pag. 69-70.

² Cfr. TH. RIBOT, *L'évolution des idées générales*, 2^{me} éd., Alcan, Paris, 1904, pag. 7 sqq.; ERNST MACH, *Die Analyse der Empfindungen*, Fünfte Auflage, Fischer, Jena, 1906, pag. 216; WILHELM OSTWALD, *Vorlesungen über Naturphilosophie*, Dritte Auflage, Veit, Leipzig, 1905, pag. 41; STANLEY JEVONS, op. cit.: *The Principles of Science*, Vol. I, pag. 30.

à comprendre la nature intime de ce qu'on appelle les « idées » générales ou abstraites.¹

V.

La conséquence de tout ce que nous avons dit jusqu'ici, c'est que penser au moyen de concepts, c'est penser au moyen de classes d'objets ou phénomènes, — au moyen de « faisceaux de choses », ainsi que Locke s'exprime, — équivalents entre eux par rapport au but auquel tend la pensée.²

En d'autres termes, le raisonnement fait sur un concept général ou abstrait vaut pour tous les objets ou phénomènes, lesquels, bien que fort différents les uns des autres au point de vue concret, ont pourtant tous en commun l'attribut ou la qualité qui les rend équivalents par rapport au résultat ou à la fin qui doit être atteinte avec les opérations ou expériences que le raisonnement imagine d'exécuter sur eux.

De sorte que dans une seule et unique expérience simplement pensée arrivent à se condenser et à se résumer les mille, dix mille, cent mille expériences, qui, dès que le concept manquerait, devraient être exécutées par la pensée sur chacun des objets ou phénomènes compris dans la classe qui constitue le concept lui-même.

De là, la portée plus grande, le « rendement technique » plus grand du raisonnement général et abstrait par rapport au raisonnement particulier et concret. Celui-là est à celui-ci, nous dirons presque, comme la composition typographique est à l'écriture manuscrite des anciens copistes: la première, une fois exécutée, sert pour tous les exemplaires qu'on veut en tirer; tandis que la seconde devait être répétée pour chaque exemplaire.

De là, également, l'accroissement de ce « rendement technique » du raisonnement avec tout nouveau concept ou prin-

¹ Cfr. JOHN LOCKE, op. cit.: *An Essay concerning Human Understanding*, Boock III, Chap. III, par exemple § 6, pag. 328; GEORGE BERKELEY, op. cit.: *A Treatise concerning the Principles of Human Knowledge*, Introduction, p. 237-256, spécialement § 10, pag. 242, et § 12, pag. 245; MAX MÜLLER, op. cit.: *The Science of Thought*, passim, par exemple, pag. 267; JOHN STUART MILL, *A System of Logic Ratiocinative and Inductive*, Seventh Edition, Longmans Green Reader & Dyer, London, 1868, Vol. II, Book IV, Chap. II: *Of Abstraction or the Formation of Conceptions*, § 1, 2, 3, pag. 193-200.

² Cfr. JOHN LOCKE, op. cit.: *An Essay concerning Human Understanding*, Book III, Chap. III, § 1 et § 20, pag. 323 et 335.

cipe qui peut permettre de considérer comme équivalents, par rapport au résultat à atteindre avec l'opération ou expérience à exécuter mentalement, d'autres cas particuliers, qui d'abord nous apparaissaient en tout et pour tout différents de ceux déjà groupés dans le concept plus restreint: « L'avantage, écrit Mach, qu'offre tout principe général consiste dans le fait qu'il nous épargne en grande partie l'obligation de repenser sur chaque nouveau cas spécial ».¹

Le progrès de la science a consisté, précisément, dans l'accroissement continu de ce rendement technique du raisonnement, dans l'accroissement continu de la puissance de ce dernier, en augmentant, au moyen de concepts toujours nouveaux et plus larges, le nombre et la variété des expériences particulières et concrètes, simplement pensées, représentées par le raisonnement général et abstrait. Par là, elle est arrivée à rendre l'« histoire des choses », la « description » du mode de production des phénomènes, c'est-à-dire leur « explication », la plus concise possible (Principe d'économie de Mach).

Quant au langage, il n'a, dans cette création et cette extension toujours plus grande des concepts, qu'un office subsidiaire et secondaire. Cet office consiste, simplement, dans le fait de « fixer » et « conserver » les concepts-mêmes, que la classification affective ou utilitaire arrive peu à peu à découvrir et à créer, de sorte qu'il n'y a pas besoin à chaque fois de les reconstituer derechef.

En d'autres termes, la parole, — et, à parler plus généralement, n'importe quel symbole, mimique, phonétique ou graphique, — est comme un « casier », où nous déposons les objets classés selon tel ou tel point de vue affectif ou utilitaire. Elle n'a, dans la formation de ces concepts, aucune part active et intrinsèquement fondamentale, ainsi que le voudrait Max Müller, de la même façon que les diverses vitrines ou les divers compartiments d'un musée n'ont aucune part active et intrinsèquement fondamentale dans la distribution et le placement qu'on fait dans ces vitrines et compartiments des objets composant la collection. Ce n'est pas une raison, cependant, pour que les vitrines et compartiments n'aient pas une utilité fort grande: celle, justement, de conserver et maintenir en vigueur

¹ ERNST MACH, op. cit.: *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, pag. 57-58.

la classification faite une fois pour toutes, de façon qu'il n'y a pas lieu de la renouveler à chaque autre occasion où nous en aurons besoin.

Ainsi qu'observe fort bien Hastings Berkeley, la seule association naturelle des idées qui suffirait, même sans le secours d'aucun symbole, à évoquer à nouveau, à la vue d'un objet particulier, les autres objets qui lui sont semblables au point de vue de la perception, c'est-à-dire qui suffirait à maintenir sur pied une classification fondée sur la ressemblance, — et qui, dès lors, suffit pour tous les raisonnements concrets, tels que ceux, par exemple, qui ont été examinés plus haut comme ayant été accomplis par les animaux, — cette association ne suffit pas, en revanche, à elle seule, pour rappeler tous les objets compris dans un concept très général et abstrait. Et cela, parce que, parmi tous les éléments sensibles qui les font tellement différer les uns des autres, le concept ne prend en considération que ces éléments, ou cet élément seulement, qui rendent ces objets équivalents par rapport à la fin qu'on poursuit. Comment, par exemple, la seule vue d'une pierre pourrait-elle évoquer directement, par simple ressemblance, tous les autres corps, solides, liquides et gazeux, que le physicien a groupés pourtant dans cette classe si vaste de corps *doués de masse*, parce qu'équivalents entre eux par rapport à la production de certains phénomènes de mouvement?

De là, la nécessité d'un lien artificiel au moyen de quelque symbole, phonétique ou graphique, qui soit propre à évoquer de nouveau tous ces objets, chaque fois qu'on a en vue le résultat ou la fin par rapport à laquelle ils sont équivalents.¹

Et c'est pour cela que, tout en rejetant complètement l'aphorisme de Max Müller « no reason without language », le fait demeure cependant, pleinement d'accord avec les constatations d'Hastings Berkeley que nous venons de citer, que le raisonnement, à peine enveloppe-t-il des conceptions d'un certain degré de généralité et d'abstraction, ne peut être conduit sans l'emploi de symboles, phonétiques ou graphiques; c'est-à-dire sans l'emploi de ces coffrets précieux qui conservent jalousement tous les objets infinis de la nature dans ces classifications si multiples et si variées, où le travail et l'intelligence

¹ Cfr. HASTINGS BERKELEY, *Mysticism in modern Mathematics*, Henry Frowde University Press, Oxford, 1910, pag. 43-49.

humains, en prouvant et reprouvant sans cesse, sont parvenus peu à peu à les grouper, selon les intérêts et selon les fins, tant techniques que scientifiques, de l'homme.

Mais il importe maintenant de parler de l'autre sorte de développement que le raisonnement a suivi parallèlement et conséquemment à ce passage des formes concrètes aux formes abstraites; c'est-à-dire, de la complexité toujours plus grande et de l'application toujours plus étendue que le raisonnement est parvenu graduellement à gagner. C'est ce que nous ferons dans la seconde partie de cette étude sur l'évolution du raisonnement, où nous traiterons du passage de la simple intuition au processus déductif de la science.

Milano.

EUGENIO RIGNANO

(Traduit par M. Georges Bourgin - Paris).

ROME ET LA CIVILISATION HELLÉNIQUE

L'impérialisme fut, comme nous l'avons vu dans un précédent article, la force dissolvante des organismes républicains; mais il fut en même temps la force qui détermina la grande mission historique de Rome, car l'Empire fut le plus puissant instrument de civilisation que le monde ait jamais connu. Et il put l'être uniquement parce que Rome avait auparavant sucé, pour ainsi dire, la substance vitale de la civilisation grecque et se l'était assimilée.

Nous nous proposons ici de suivre ce développement historique, qui est d'ailleurs celui où il faut rechercher la clef de voûte de la civilisation moderne, c'est-à-dire d'évoquer le contact entre la civilisation grecque et la civilisation romaine, le travail d'action de l'une et de réaction de l'autre, la fermentation des germes nouveaux, d'où devait ensuite naître un si puissant levain de vie pour une si grande partie du monde.

La civilisation grecque exerça une influence tout à fait notable sur la civilisation italique dès les temps préhistoriques et protohistoriques. Ce fut une influence multiple, qui va de la transmission directe ou indirecte de l'alphabet à l'importation des produits industriels et commerciaux les plus variés; elle se fit sentir ainsi sur le développement du système des poids et mesures comme sur celui des usages et des rites funèbres, des conceptions et des pratiques religieuses.

Le centre de rayonnement de ces influences éloignées se trouve dans les colonies grecques de l'Italie Méridionale; en

tout cas, celles-ci agissent beaucoup plus sur les côtés extérieurs que sur les côtés intérieurs de la civilisation. Naturellement, il ne peut pas être ici question de ces dernières. Ce fut à partir de la guerre de Pyrrhus que les contacts entre la Grèce et l'Italie devinrent directs; mais, interrompus et repris plusieurs fois au cours du III^e siècle, ce ne fut qu'après la bataille de Cynocéphales qu'ils devinrent stables et permanents, au point de pouvoir s'affirmer dans tous les champs de l'activité humaine et d'acquiescer cette force historique complexe et imposante, qui rentre dans le cadre de notre étude.

Si nous voulons embrasser cette force dans tout son ensemble, nous ne pourrions circonscrire notre coup d'œil historique entre la fin de la 2^{ème} guerre punique et la chute de Corinthe; mais nous devons l'étendre du commencement du III^e siècle avant J.-C. à la naissance de l'Empire, car la civilisation grecque du II^e siècle est en substance celle qui s'était développée et fixée depuis l'époque d'Alexandre le Grand, et qui avait dû nécessairement languir dans la période troublée de la conquête romaine; d'ailleurs une civilisation supérieure ne peut exercer toute son influence transformatrice sur une civilisation inférieure en quelques dizaines d'années, mais elle a besoin de plusieurs siècles. Si nous restreignons notre coup d'œil à quelques dizaines d'années, nous courrions nous aussi le danger où sont tombés beaucoup d'historiens, de ne saisir, dans le drame grandiose des rapports gréco-italiques, que les influences néfastes du luxe et de la corruption orientale sur la simplicité et l'austérité romaine, la force dissolvante de la *skepsis* sur la société des anciens Quirites; en un mot, il pourrait nous arriver de regarder l'histoire du même œil que ce grognon impénitent que fut Caton. Mais Caton est bien pardonnable, car il ne pouvait prévoir l'avenir dans toute sa complexité, et, enchaîné comme il l'était par les qualités prédominantes de sa race, il ne pouvait saisir le sens de la civilisation grecque. Il jugeait la dignité des Hellènes à la mesure de cette foule obscure et dangereuse de *græculi*, qui allaient envahissant Rome: esclaves, précepteurs, artistes et parasites; il jugeait leur sens politique d'après le spectacle misérable de désagrégation et d'ignorance que donnaient les petits États survivants de la mère patrie; il jugeait leur sens moral d'après les orgies qui accompagnaient leurs cultes et qui avaient inondé l'Italie par les bacchanales menaçant la solidité même

de l'État et les bases de la société; il jugeait leur philosophie d'après les logomachies de Diogène, de Critolaüs, de Carnéade, en plein forum, devant une foule de petits ignorants éblouis. Quant aux arts, il n'y comprenait rien ou n'y voulait rien comprendre; il savait seulement que les idoles sculptées par le génie hellénique détrôneraient les idoles nationales; mais personne ne pourrait reprocher à Caton cette courte vue des choses, car il était trop naturel qu'il ne fût frappé que par les côtés répugnants et dissolvants de la civilisation grecque, puisque même Polybe ne fit qu'élever des plaintes à ce sujet. Mais pour l'historien moderne, c'est une chose bien différente: il peut embrasser, pénétrer et évoquer cette civilisation dans tous ses éléments et dans tout son organisme, et, de même que celui qui regarde la masse d'un grand édifice, du haut d'une colline éloignée, ne doit point se proposer de découvrir avec sa lorgnette les erreurs de détail, les défauts de l'ornementation, les crevasses de tel ou tel mur, mais qu'il doit uniquement chercher à juger de l'harmonie des lignes, de l'éclat du style, de la grandeur des proportions, en un mot, de la majesté de l'ensemble, de même, l'historien peut et doit glisser sur les taches, sur les lacunes, sur les ombres de la civilisation grecques, pour en saisir l'aspect essentiel. Il peut et il doit agir ainsi, car les éléments tristes de cette civilisation, la mollesse, le luxe, la corruption, n'en sont point vraiment les traits caractéristiques, vu qu'ils accompagnent toujours le développement pléthorique de toute civilisation, quelle qu'elle soit, de la civilisation assyrio-babylonienne comme de la civilisation perse, de la civilisation grecque comme de la civilisation étrusque, pour demeurer dans les limites du monde ancien. Il ne doit point non plus se laisser impressionner par ce fait que les éléments les plus mauvais sont précisément ceux qui agissent tout d'abord et triomphent sur une société inférieure, tandis que les éléments vitaux pénètrent lentement et avec peine: il doit s'élever au-dessus des conditions contingentes du premier moment de contact pour saisir dans les siècles toute la portée historique de ce dernier.

Essayons donc d'évoquer le tableau de la civilisation hellénistique de cette phase de la civilisation grecque avec laquelle les Romains entrèrent en contact, tandis qu'ils préparaient et développaient leur suprématie.

I.

Il fut un temps où la bataille de Chéronée était considérée comme la fin de la liberté grecque, et avec cette bataille, sinon même avec la guerre du Péloponnèse, on faisait commencer la décadence de la Grèce. Dans ce jugement, comme Beloch¹ l'a magistralement fait remarquer, on confondait naïvement la Grèce avec Athènes, et on appliquait pour l'appréciation historique le seul critérium esthétique, comme si la mission des Grecs n'avait été que de faire des vers et de sculpter des statues, et que leur gloire principale ne résidât point au contraire, plus que dans les chefs-d'œuvre lumineux de leur art, dans le fait d'avoir adopté les premiers au monde l'idéal de la liberté politique, d'avoir délivré les esprits des liens de la superstition et d'avoir jeté les bases de toutes les sciences.² Si, au contraire, on considère l'influence de la période hellénique par rapport à tous les objectifs de la mission de la Grèce dans le monde, on doit convenir que, bien loin d'être une ère de décadence, elle marque le point culminant du développement historique de cette nation.³

¹ *Hist. Zeitschr.* vol. 84 (N. F. 48), pag. 12. Voir aussi WENDLAND, *Die hell.-röm. Kultur*, 2^{me} éd. (1912).

² La mission des Grecs dans l'histoire fut d'autant plus complexe et d'autant plus variée que les éléments constitutifs de la forme de leur civilisation et de leur vie sont eux-mêmes plus complexes. Nous pouvons nous faire une idée exacte de cette multiplicité et de cette variété d'après les jugements et les réflexions des savants les plus autorisés des derniers siècles, d'après l'ouvrage récent de BILLETER, *Die Anschauungen vom Wesen des Griechentums*, 1911.

³ Le premier à se rendre compte de l'importance de l'Hellénisme fut, comme on sait, J. G. DROYSSEN. On peut consulter aujourd'hui l'histoire de NIESE (*Gesch. d. griech. und Maked. St.*, etc., Gotha 1893-1903, 3 vol.), celle de BELOCH (*Gr. Gesch.*, III, pag. 1 et 2, Strasbourg, 1904) et celle de KARRST (*Gesch. des hell. Zeitalt.*, Leipzig, 1901 et 1909, I et II, en cours de publication). Celle de Beloch est certainement la plus importante, car c'est celle où la narration des faits politiques se mêle le mieux à la représentation des conditions sociales, économiques et intellectuelles, de manière à former un tableau complet de la vie du temps. On peut consulter encore l'*Histoire des Lagides*, de A. BOUCHÉ-LECLERCQ (1903-1907, 4 vol.); — *The House of Seleucus*, de E. R. BEVAN (1912); — la *Gesch. der griech. Litt. in der Alex. Zeit*, de F. SUSEMIHL; — les parties relatives de l'histoire de la philosophie de E. ZELLER (vol. 3); — la *Gesch. d. gr. Ethik*, de M. WUNDT (vol. 2, 1911); — *The Silver age of greek World*, de MAHAFFY (1906); — l'ouvrage déjà cité de WENDLAND, et, malgré leur forme serrée et résumée, plusieurs des sections de la *Einl. in die Alt.-Wiss.*, de GERCKE et NORDEN, et de la *Kult. d. Gegenw.*

II.

Commençons par examiner les conditions politiques. Nous nous trouvons en présence de plusieurs puissances qui, pour l'étendue du territoire, pour la puissance militaire, pour l'organisation politique, pourraient soutenir la comparaison avec quelques-unes des nations modernes, quoique naturellement on ne puisse envisager les plus grandes.

Le premier empire attique avait mesuré de 30 à 40.000 Km.², et ses entrées annuelles avaient atteint le chiffre maximum de 6 millions de francs; l'empire de Denys avait eu une étendue de 25.000 Km.² Voici maintenant le royaume de Macédoine, de 90.000 Km.² environ, avec 3 ou 4 millions d'habitants; l'empire de Ptolémée, de plus de 100.000 Km.², avec 10 millions d'habitants, et 60 millions d'entrées annuelles; l'empire des Séleucides, d'environ 3 millions et demi de Km.², avec 30 millions d'habitants et 80 millions d'entrées.

Toutes ces monarchies avaient une administration très développée, une organisation diligente et minutieuse de tous les organes, une disposition rigoureuse de toutes les fonctions. En Egypte, d'une manière particulière, mais aussi plus ou moins dans tous les autres États, on avait organisé de véritables départements de la guerre, de la marine, des finances, de la justice, des travaux publics, de l'administration provinciale.

Mais ce qui s'impose encore davantage à notre admiration, ce sont les progrès intérieurs, pour ainsi dire, de la réflexion politique. L'antiquité classique n'avait jamais su s'élever jusqu'à la conception de la *πόλις*, et ce qui constitue les notes caractéristiques de la conception moderne de l'État lui était complètement demeuré étranger.

Seule la période hellénistique sut briser les fers des préventions antiques et seulement pendant sa durée, dans l'Hellade proprement dite, on parvint à la constitution des *κοινά*, véritables confédérations au sens moderne du mot, c'est-à-dire des groupements de citoyens sur la base de la conservation des autonomies municipales et de la complète égalité des droits de tous les membres. En faisant ce pas, les Grecs surent triompher, admettons en partie seulement, de la plus funeste des tendances de leur race, c'est-à-dire de l'esprit parti-

culariste et séparatiste, et montrer, pour la première fois au monde, la possibilité de concilier la liberté constitutionnelle avec l'unité nationale.¹

Si dans cet âge la conquête et le développement d'une conception fédérative appartinrent à la mère patrie, le progrès de la réflexion politique et de l'expérience constitutionnelle s'affirma d'une manière remarquable même dans quelques-unes des monarchies hellénistiques: il s'affirma surtout dans la sphère des rapports entre les souverains et les cités grecques. Le respect des autonomies locales, qui fut la base de ces rapports, fut une très heureuse greffe de la civilisation grecque sur le tronc des constitutions barbares. Il y eut même des États, où le respect de l'autonomie de la part des souverains s'étendit, en même temps que dans les champs de la simple administration municipale, dans quelques-unes des sphères du pouvoir politique, si bien qu'ils prirent presque un aspect de monarchies constitutionnelles: il en fut ainsi en Epire, à Syracuse, il en fut ainsi surtout, exemple vraiment typique, dans le royaume de Pergame. Ce fut là qu'on parvint à des combinaisons sages et subtiles entre les organes de l'autonomie des citoyens et l'autorité royale centrale, d'où l'on peut constater un parallélisme d'ingérences des deux pouvoirs, roi et peuples, dans le champ de la législation intérieure, en même temps que dans celui de l'administration. La constitution des organes législatifs de la cité, *βουλή* et *ἐκκλησία*, se présente sous la forme la plus propre à subir la modération de l'autorité centrale, au moment même où le souverain respecte toutes les formes qui peuvent laisser au peuple l'illusion d'un pouvoir effectif, d'une continuation de souveraineté, d'une coordination avec le roi plus que d'une subordination à ce dernier.²

Ces formes constitutionnelles, en même temps que celles des confédérations, représentent la plus savante articulation, pour ainsi dire, à laquelle parvint le droit public hellénistique, le plus haut degré des conceptions politiques grecques, telles qu'elles se développèrent et se fixèrent par le contact et par

¹ Voir BELOCH, *art. cit.*, pag. 14.

² Dans son volume, *Il Regno di Pergamo*, Rome, 1906, l'auteur du présent article s'est occupé du Royaume de Pergame, dont l'action fut tout à fait remarquable, car elle constitua un coefficient essentiel aussi bien du développement historique par lequel Rome parvint à affirmer sa domination sur le monde grec que de cet autre développement beaucoup plus important, par lequel la civilisation hellénistique triompha des vainqueurs à son tour.

les échanges réciproques des restes de l'antique idéal classique de la *πόλις* avec le nouvel idéal de la monarchie universelle.

Sous les rapports économiques, les conquêtes d'Alexandre, la fondation d'un grand nombre de nouvelles cités, l'entrée en circulation des trésors incommensurables de l'Empire Perse, avaient eu comme conséquence un élan sans pareil, qui ne fut pas même arrêté par les luttes violentes auxquelles donna lieu la succession du grand Macédonien. Le centre économique s'était déplacé, se transportant de la Grèce vers l'Orient; de nouvelles voies avaient été ouvertes au commerce du globe, de merveilleux travaux avaient été accomplis: que l'on songe surtout aux travaux du canal de Suez.

Ce n'est pas ici le cas de parler en détail du développement démographique, industriel et commercial d'Alexandrie, d'Antioche sur l'Oronte, de Séleucie sur le Tigre, de Rhodes. Qu'il suffise de dire qu'Alexandrie était arrivée à un demi-million d'habitants, Antioche et Séleucie à plusieurs centaines de mille, et que le mouvement commercial de Rhodes peut être évalué à la somme annuelle de 125 millions de francs. En même temps, le développement des établissements de banque que nous trouvons dans tout le monde grec, bien qu'il eût pris en Egypte les proportions les plus vastes, témoigne du triomphe absolu de l'économie monétaire et révèle l'accroissement vertigineux des affaires, qui est naturellement un phénomène parallèle à l'accroissement de la production et du capital.

Il ne manque point, cela s'entend, le revers de la médaille, qui est, ici encore, la prolétarianisation des masses, l'endettement de la propriété rurale, l'antagonisme entre les agriculteurs et les capitalistes.

Passons maintenant au champ que nous avons coutume d'appeler le champ cultural.

III.

La spéculation philosophique de cette période ne connut point la profondeur de la période précédente, car aucun esprit vraiment supérieur ne s'éleva dans le champ des écoles anciennes, et à peu près aucun des systèmes établis par les grands penseurs du passé n'eut une ultérieure élaboration intérieure. C'est que les maîtres du jour étaient souvent à une grande,

généralement à une notable distance de ceux de la veille, et, ignorant le souffle puissant du génie, ils étaient bien loin de pouvoir susciter des coups d'ailes chez leurs disciples. Ils ne pouvaient qu'indiquer à ces derniers les hauts sommets, incapables de les y conduire eux-mêmes. Et les fondateurs des nouvelles écoles, Zénon et Épicure, au lieu de se mouvoir dans les cieux ouverts seulement aux grands voyants, ne firent, comme on l'a très bien dit, que tâter le pouls à leur âge et donner une impulsion et en même temps une expression aux pensées somnolentes de la grande masse des personnes de culture et de moyenne culture, en sorte que, pendant environ six siècles, ils purent offrir à ces dernières, dans leurs systèmes dogmatiques, la nourriture dont elles avaient besoin.

C'est là précisément un grand mérite de la philosophie hellénistique. Elle descend de l'Empyrée sur la terre, se remet en contact avec la vie active des petits, se montre soucieuse de leurs besoins, et cherche à interpréter et en même temps à diriger les aspirations essentielles de leur âme. En conformité des tendances de l'époque, elle prend une direction substantiellement éthique et individualiste, et, par là, cherche à combler le vide désespérant qui s'était fait dans la vie de l'humanité depuis le jour où, sous les coups hautains de la critique, on avait vu tomber l'édifice du Paganisme, sans que l'on vît encore paraître aucune nouvelle idéalité religieuse concrète et douée d'une force expansive suffisante. Il y avait longtemps que le polythéisme avait été frappé à mort en plein cœur : car déjà la philosophie ionique avait détruit toute foi positive dans les dieux. Or, la philosophie classique n'avait point su exprimer par sa spéculation des valeurs religieuses capables de s'affirmer pour les foules et de transformer leur âme ; en un mot, elle n'avait su ni développer, ni même indiquer les facteurs d'une conception religieuse populaire. Si on parle du triomphe de la pensée monothéiste avec Anaxagore et avec la doctrine des Éléatiques, on oublie qu'il s'agit là d'un mouvement presque uniquement théorique, limité à un cercle très restreint de personnes cultivées. Platon lui-même n'avait point su donner un dieu aux hommes ; il avait bien divinisé l'âme humaine, mais cette divinisation ainsi que l'idée du Bien étaient inaccessibles au plus grand nombre. Et après lui, la philosophie avait continué son œuvre de destruction ; car dans la spéculation théorique hellénistique c'est même

le matérialisme qui domine : les péripatéticiens s'étaient en effet complètement délivrés, avec Théophraste et surtout avec Straton de Lampsaque, de toute trace de métaphysique socratico-platonicienne et avaient cherché à accréditer, par la recherche toujours plus étendue de la nature, la base scientifique de la conception matérialiste. Epicure, en reprenant et en complétant l'explication atomique de Démocrite sur l'univers, avait, en substance, relégué les dieux au galetas; enfin, Evhémère, par son roman fantastique, avait travaillé à vaincre les dernières résistances religieuses de l'âme populaire, à réprimer les derniers souffles d'une foi en quelque force métaphysique. Mais, à ce moment même, et au moment même où la skepsis Pyrrhonienne envahit, avec sa force dissolvante, l'école Mégarienne ainsi que l'Académie, la philosophie hellénistique, par son orientation éthique, sait réparer les effets de sa critique destructive et indiquer les éléments d'une reconstruction religieuse intérieure. Car, non seulement le Stoïcisme représente une des tentatives les plus éminentes qui aient jamais été faites de conciliation entre la foi et la science, mais l'Epicurisme lui-même est, au fond, un système religieux, comme le stoïcisme : dans les deux systèmes, la foi des fondateurs était quelque chose de décisif, leurs principes, des dogmes, leurs maximes, des règles absolues pour leurs disciples; ceux que l'on pourrait appeler les illuminés de l'époque s'attachèrent à Epicure, ceux qui avaient besoin d'une foi plus austère et plus positive s'attachèrent à Zénon. On vit bien tôt à Athènes la vitalité des deux systèmes, leur correspondance aux vibrations de l'âme sociale, lorsque, en très peu de temps, ces systèmes, tout en se combattant entre eux à outrance, réussirent à faire tomber dans l'ombre les écoles les plus anciennes et les plus vénérées, fortes de toute la gloire de leurs traditions et même de tous les moyens matériels de subsistance et de propagande.

Ainsi la philosophie hellénistique allait au-devant de la vie et des foules, et, tandis que, par sa spéculation abstraite, elle portait les derniers coups au polythéisme de la religion officielle, par ses directions éthico-religieuses elle coopérait à l'élévation et à l'approfondissement du sentiment religieux de la société. ¹ Dans ces éléments, il y a lieu de reconnaître une

¹ L'acquiescement que trouva le culte royal, l'acceptation facile et condescendante de nombreux rites étrangers, le grand succès qu'obtint auprès du

large compensation au manque de profondeur et de sublimité que l'on remarque dans la spéculation de cette période, en comparaison de celle de la période précédente.

Mais, quoi qu'il en soit, la philosophie n'eut plus dans cette période la position dominatrice d'autrefois. On voit s'élever à son niveau et prendre place à côté d'elle sur le même plan les sciences positives, qui atteignirent précisément à cette époque le point culminant du développement qui pouvait leur être permis dans le monde ancien.¹

IV.

Les découvertes géographiques provoquées par les expéditions d'Alexandre avaient été merveilleuses.

Eratosthène avait réussi à faire la première mesure, assez proche de la vérité, du méridien terrestre et à dessiner une carte du globe. Aristarque de Samos avait devancé Copernic, en affirmant la rotation et la révolution de la terre, et Apollonius de Perge avait développé le système des épicycles qui, sous le nom de système de Ptolémée, domina tout le moyen âge. D'un autre côté, poursuivant l'œuvre des savants qui l'avaient précédé, il avait génialement élaboré la doctrine qui fut fondamentale pour la détermination de la trajectoire des planètes, faite par Képler. Archimède qui, dans son vaste génie, joignit au critérium expérimental le plus élevé la plus heureuse intuition spéculative, à travers plusieurs questions fondamentales de géométrie et de statique, avait élaboré les méthodes d'analyse infinitésimale qui, reprises plus tard au siècle de la Renaissance, amenèrent Leibnitz et Newton à la construction du calcul différentiel et intégral.²

Théophraste avait jeté les bases de la botanique.

public la chronique sacrée d'Evhémère sont là pour montrer combien la foi ancienne était ébranlée dans la période hellénistique; mais le crédit croissant des cérémonies expiatoires orphiques et pythagoriciennes, ainsi que des mystères d'Eleusis et de Samothrace, est un des signes nombreux de l'affinement et de l'approfondissement parallèles du sentiment religieux dans cette période.

¹ Voir M. SIMON, *Gesch. d. Math. im Altert.*, Berlin, 1909; J. L. HEIBERG, *Naturw. u. Math. im Klass. Altert.*, Leipzig, 1912.

² La découverte, faite en 1907, de l'*épopée* a fourni la plus belle confirmation de cette gloire qui compte parmi les plus grandes d'Archimède. (Voir *Hermes*, vol. 42 et le 2^e vol. de la 2^e édition des œuvres d'Archimède, publiée par HEIBERG, Leipzig, 1913).

Hérophile de Chalcédoine était parvenu à d'admirables constatations sur les fonctions du système nerveux et du cerveau, comme aussi, précurseur éloigné de Servet, de Césalpin, et de Harvey, sur la circulation du sang. Des conquêtes plus importantes dans ce même domaine de la physiologie avaient souri à Érasistrate de Céos. C'est qu'on avait vaincu le scrupule de disséquer les cadavres, et même les médecins d'Alexandrie, objet certain d'envie pour leurs collègues modernes, étaient parvenus à pratiquer des vivisections sur le corps des condamnés à mort. La chirurgie avait retiré de tout cela de grands avantages, en s'emparant de la technique des opérations les plus difficiles.¹

Si la médecine demeurait dans la sphère de l'empirisme, et si l'on verra sortir de l'école de Philin de Cos et de Sarapion d'Alexandrie des médecins qui proclameront la vertu providentielle des excréments du crocodile, il n'y aura personne qui puisse s'en scandaliser, si l'on songe à la relation qu'il y a aujourd'hui encore entre la médecine et la chirurgie.

Comme dans le champ des sciences positives, on avait travaillé d'une façon fébrile dans l'historiographie et dans la philologie, avec une grande variété de directions et une grande ferveur de polémiques. Des branches qui auparavant avaient été complètement négligées furent alors honorées d'études et de recherches patientes. Xénocrate d'Athènes d'abord et Antigone de Carystus ensuite avaient travaillé à l'histoire de l'art, s'inspirant de vues que l'on dirait modernes; les ouvrages d'histoire des diverses sciences, les études de critique des textes et d'exégèse des poètes furent innombrables.

V.

Et dans les arts, est-il vrai que la période hellénistique soit demeurée si en arrière sur la période classique? Il est certain qu'elle n'atteignit point les sommets de cette dernière période; mais il est également certain qu'elle fut active, féconde, souvent géniale, et que sa production, principalement dans quelques branches, exerça sur le développement successif une influence même plus considérable que celle des grands modèles de la période classique.

¹ Voir particulièrement J. PAGEL, *Einf. in die Gesch. d. Méd.*, I, 2^e éd., ainsi que l'art. *Erasistratus* de WELLMANN dans la « R. Enc. » de PAULY-WISSOWA.

La comédie nouvelle, grâce à son élégante finesse et à son réalisme gracieux, avait marqué une belle page dans l'histoire de la littérature; la poésie épique et la poésie lyrique avaient eu un développement original, bien que trop souvent artificiel.

Pendant ce temps, des centaines de nouvelles cités avaient surgi depuis l'Hellespont jusqu'au Nil et jusqu'à l'Inde, et, dans toutes ces villes, l'architecture avait trouvé un vaste champ d'affirmation. A cette période appartiennent le Didymeion, avec sa façade de 10 colonnes d'une hauteur de plus de 20 mètres chacune, ainsi que les vastes temples de Cyzique, de Magnésie sur le Méandre, de Téos, de Cos et de Samothrace; les autels de Hiéron de Syracuse, d'Eumène de Pergame, les superbes châteaux royaux d'Alexandrie, d'Antioche, de Syracuse, les magnifiques travaux des ports d'Alexandrie et de Séleucie, les parcs délicieux de Daphné sur l'Oronte, et des centaines de *buleuteria*, de gymnases, de cours de justice. Aucun problème architectonique ne paraissait difficile, aucune audace irréalisable, aucune grandeur excessive, et si, seulement peut-être dans un accès de délire, Stasicrate avait rêvé de transformer la pyramide du mont Athos en une statue d'Alexandre, avec une ville de dix mille habitants sur une main, on avait pourtant vu devenir une réalité le bûcher que, par ordre d'Alexandre, il avait élevé pour le cadavre de Héphestion, d'une hauteur de soixante mètres sur une surface de 180 mètres carrés, avec trente salles, et magnifiquement décoré en entier d'or fin; on vit encore entrer dans la réalité le pavillon de gala de Ptolémée II, élevé sur 14 colonnes, d'une hauteur de 20 mètres chacune, d'une capacité de 130 « klinai », orné de tapis historiés et de statues vêtues d'étoffes royales; on vit entrer dans la réalité les navires de Ptolémée IV et de Hiéron II, véritables palais flottants avec des temples, des jardins, des gymnases.

De riches forêts de statues votives étaient nées autour des sanctuaires les plus vénérés de la nation, à Olympie comme à Delphes, sur l'Acropole comme à Délos; un grand nombre de ces statues étaient sorties des ateliers d'artistes très estimés qui, s'ils n'eurent point le génie de leurs prédécesseurs, eurent plus pleinement qu'eux la maîtrise de la technique.

La force de caractère et de réalisme que la plastique avait réussi à posséder nous apparaît dans les statues du Vatican, de Posidippe, du pseudo-Ménandre, dans le Lutteur du Musée

des Thermes, dans le Faune Barberini, dans les différents portraits de Démosthène et d'Eschyle, du pseudo-Sénèque, etc.; — les audaces de technique nous apparaissent dans la Nikè de Samothrace et dans les groupes du taureau Farnèse et du Laocoon, — la force d'expression et de pathos tourmenté se retrouvent dans la Méduse Ludovisi, dans les différentes statues de Pergame, de Gaulois, d'Amazones, de Géants, — la finesse d'exécution, le charme invincible de grâce, de rêve, je dirais presque de parfum, se retrouvent dans la Vierge d'Antium et dans l'Hypnos de Madrid. Toutes les qualités comme tous les défauts, toutes les lumières comme toutes les ombres de la plastique hellénistique sont synthétisées dans le monument de la Gigantomachie, de l'autel d'Eumène II, où l'on voit admirablement sculptées la force des éléments et la pitié humaine, la douleur de la mort et la beauté triomphante des dieux. Quant au développement de la peinture, il nous en vient un pâle reflet à travers la mosaïque de la bataille d'Issus, le sarcophage de Sidon, les fresques de Pompéi (que l'on songe surtout à la délivrance de Io, à celle d'Andromède, à Achille parmi les filles de Lycomède); le progrès de la glyptique nous est manifesté par les camées d'Alexandrie et par le plat de Farnèse, le progrès de la toreutique, par les coupes de Boscoreale et de Hildesheim, le progrès de l'orfèvrerie, par les ornements des tombeaux de la Russie méridionale.

Il serait complètement faux de dire que nous nous trouvons en présence d'un art figuratif plus parfait que l'art précédent. La gloire des grands maîtres ne fut jamais plus atteinte; mais nous sommes toujours en présence d'un art plein de vigueur et de splendeur, avec une raison particulière de vie, avec ses motifs et objectifs indépendants, un art, en tout cas, qui est beaucoup plus près de notre sentiment et de notre conception qu'il ne l'était dans la période précédente. Il est envahi par un sentiment très vif de réalisme, qui le porte à chercher ses sujets au beau milieu de la vie journalière, dans les couches les plus humbles de la société: vieilles ivrognesses, pêcheurs, perruquiers, gamins, joueurs d'astragales ou de morra; il est animé d'une plus grande force d'expansion qui le fait pénétrer, avec les innombrables statuette de genre et avec les terres cuites du type de Tanagra, dans les jardins et dans les maisons des familles les plus modestes; il est ennobli et il se voit ouvrir de nouvelles voies par l'approfon-

dissement remarquable du sentiment de la nature. Ce fut seulement dans cette période que la peinture connut un genre nouveau, celui du paysage.

Résumons: philosophie moins profonde, mais plus accessible et plus pratique que la philosophie précédente; littérature et art moins sublimes, mais souvent plus émus et plus humains; admirable élargissement des horizons intellectuels, progrès vertigineux des sciences positives, participation beaucoup plus étendue et plus intense des classes inférieures à la culture et élévation conséquente de ces mêmes classes, — telles sont les caractéristiques saillantes de la civilisation hellénistique considérée dans les limites de son cycle historique. Et, sortant de ce dernier, pour se mettre à considérer toute la portée de sa force, c'est-à-dire toute la valeur qu'elle eut dans l'histoire universelle, c'est un fait indéniable que c'est sur cette force qu'il convient précisément de déplacer le centre de gravité de l'influence exercée par le monde grec sur le développement de la civilisation humaine. Les fondements de notre civilisation, en effet, se trouvent dans celle que nous avons coutume d'appeler gréco-romaine, et les éléments essentiels, dans la constitution de cette dernière, sont les éléments hellénistiques, comme elle fut hellénistique, en substance, cette forme de civilisation avec laquelle l'Eglise Chrétienne entra en contact et dont elle subit les plus grandes influences dans la foi et dans la doctrine, dans les coutumes et dans les rites, dans la littérature et dans l'art. ¹

VI.

En face de la complexité et du développement de la civilisation hellénistique, les Romains du III^e siècle a. J.-C. apparaissent certainement ce qu'ils apparurent aux Grecs: des barbares. Ce n'est que dans le champ de l'organisation politique qu'ils pouvaient rivaliser avec eux; car, en réalité, le système des annexions, par l'extension du droit de cité, ainsi que de l'expansion fédérale, pouvait bien suffire au rôle et aux fins de l'État Romain, tant que ce dernier était contenu dans les limites de l'Italie. Ce n'est que dans le champ

¹ V. WENDLAND, op. cit. E. HATCH, dans la traduction allemande de PREUSCHEN, *Griechentum und Christentum*. On trouvera un recueil de jugements récents sur la portée historique de l'hellénisme dans BILLETER, op. cit., p. 463.

de la puissance militaire qu'ils étaient supérieurs à tous les États hellénistiques, car seuls ils avaient une grande armée nationale. Mettre sur pied 40 ou 50.000 hommes était pour eux chose très facile, et, pendant la deuxième guerre punique, ils en avaient souvent gardé 100.000 sous les drapeaux. Mais ce n'est point d'après la puissance militaire ni même d'après la force de l'organisation politique qu'il est possible de mesurer le niveau de la civilisation d'un peuple. Dans toutes les manifestations de l'esprit, les Romains étaient inférieurs aux Grecs. Leur religion n'était pas autre chose qu'un formulaire vide; ils n'avaient commencé à avoir une production littéraire d'un caractère artistique que vers la moitié du troisième siècle a. J.-C., et encore ne s'agissait-il que de commencements très modestes: imitations grossières du grec, le plus souvent de comédies, poésies épiques tout aussi grossières. Quant aux arts figuratifs, non seulement les Romains n'avaient pour eux aucune disposition innée, mais il leur manquait toute intelligence et toute éducation soit même rudimentaire, à tel point qu'ils devaient recourir dans toutes les occasions à des artistes grecs ou étrusques.

Encore au milieu du II^e siècle a. J.-C., il était réservé à Polybe le triste sort de voir, parmi les ruines fumantes de Corinthe, les soldats romains jouer aux dés sur le Dionysos et sur l'Héraclès furieux d'Aristide. Et lorsqu'un roi, Attale II, descendant d'une famille qui avait fait de la protection des arts son orgueil le plus cher, offrit 100 talents pour sauver un de ces tableaux précieux, le chef de ces soldats ne sut penser qu'une chose, que quelque puissante force cachée d'enchantement se trouvait dans ces œuvres d'art, et, au moment d'embarquer pour Rome son précieux butin, il avertit sévèrement les assureurs que si quelque statue ou quelque tableau venait à être perdu, ils devraient les payer neufs. Nous pouvons jurer que, si quelque marin grec surprit cet avertissement, il dut en rire du même rire amer que, quelques années auparavant, avait suscité chez Polybe le spectacle de cet Anicius, conquérant de l'Illyrie, qui, ayant réuni sur le théâtre, pour rendre son triomphe plus beau, les musiciens les plus célèbres de la Grèce, s'ennuya de les entendre jouer en parfaite harmonie et leur ordonna d'engager une espèce de bataille musicale, où chacun marcherait pour son propre compte et chercherait à enfoncer les autres.

Le droit lui-même, bien qu'il fût une création en grande partie au moins cohérente et organique, était cependant dans une phase où il menaçait d'être étouffé par l'abstraction des formules et par les pantomimes allégoriques de la procédure.

Cependant, les spectacles préférés étaient la chasse aux bêtes fauves et les combats de gladiateurs; aucun sentiment d'humanité envers les esclaves, moins encore envers les vaincus.

Voilà quelle était en substance la civilisation romaine à l'époque de la 2^e guerre punique.

Entre la civilisation romaine et la civilisation grecque, il y avait une différence si nette et si profonde, une distance si considérable qu'il y avait lieu de craindre qu'il n'y eût de possible aucune entente entre vainqueurs et vaincus, aucune fusion des deux civilisations, et quelque prophète de malheur aurait pu prédire la diffusion des ténèbres dans le monde, la fin de tous les charmes qui rendent la vie belle, l'étouffement de tout germe d'art, de science, de liberté.

Mais il n'en fut pas ainsi, car les Romains surent au contraire saisir tous les éléments essentiels de la civilisation hellénique.

Il suffit des premiers contacts directs avec le monde grec pour faire entrer dans Rome tout un large courant de culture, qui gagna aussitôt les classes les plus élevées de la société, malgré quelque résistance nationaliste inévitable, et qui s'élevait parfois au degré d'une réaction, d'autant plus violente qu'elle était plus impuissante et consciente de son impuissance. Mais à quoi servent les railleries, les ironies, les diatribes enflammées d'un Caton en présence des ferveurs hellénisantes, qui échauffent l'esprit et enflamment l'imagination des plus grandes personnalités du temps: Scipion l'Africain, Titus Quintius Flaminius, Fulvius Nobilior, Paul-Émile, Scipion Émilien?

Il advint ainsi que la réception de la culture grecque dans le monde romain s'accomplit dans un cycle relativement très court et que cette réception se réalisa dans toutes les branches du savoir, dans la littérature comme dans l'art, dans la philosophie comme dans la religion, dans la politique comme dans le droit.

Il n'est personne qui ne voie combien cette aptitude de réception est déjà prodigieuse en elle-même; mais là n'est point la gloire principale des Romains; elle se trouve au con-

traire, en premier lieu, dans les énergies assimilatrices et intégrantes avec lesquelles ils développèrent cette aptitude, et, en second lieu, dans la force expansive qu'ils surent faire pénétrer dans la nouvelle culture reçue et assimilée, pour la diffusion dans le monde, c'est-à-dire qu'ils lui assurèrent, comme c'est universellement connu et admis.

Le premier point a été complètement dissimulé par tous les pleureurs, qui se sont plaints de la lenteur, de la paresse mentale, de l'absence d'originalité et de génialité des Latins en face des Grecs. Ces hommes ont oublié que, quelque grande que fût l'aptitude de réception que les Romains montrèrent pour toutes les branches de la civilisation grecque, ils ne se laissèrent pourtant jamais helléniser, ¹ qu'ils ne transportèrent jamais purement et simplement les données de la culture étrangère dans leur état d'esprit habituel, mais qu'ils surent les fondre parmi les éléments vitaux de leur organisme mental, et les faire, pour ainsi dire, sang de leur sang, chose vraiment à eux.

Il est vrai, par ex., que, dans les États hellénistiques, ils trouvèrent déjà ébauchés les principes de leur administration provinciale, d'où le plus grand connaisseur en matière de droit public Romain put proclamer hautement que le gouvernement royal hellénico-oriental fut le fondement du système provincial des Romains; mais avec quelle sagesse et quelle habileté ces derniers, après les incertitudes, les hésitations et les erreurs de la période de transition, ne surent-ils point construire sur ces fondements et développer ces principes, en particulier celui de la tolérance de l'autonomie sur la base de constitutions timocratiques. L'administration impériale romaine est certes quelque chose qui dépasse dans sa perfection celle de tous les États hellénistiques, sans en exclure l'Égypte, d'autant plus que sa sphère était plus étendue, et d'autant plus que les peuples sujets étaient plus nombreux et plus divers et que les responsabilités et les devoirs du gouvernement étaient plus compliqués.

¹ Comme correctif, pour ceux qui exagèrent l'hellénisation des Romains ou qui du moins ne savent point voir autre chose que la force culturelle prédominante de l'hellénisme, on recommande de prêter quelque attention au phénomène parallèle de la pénétration du Romanisme en Orient. On trouvera une très remarquable tentative de commencer à observer le monde ancien d'après ce point de vue, dans l'ouvrage de H. HAHN, *Röm und Romanismus in Griech. Röm. Osten*, 1906.

Ce serait une œuvre aussi odieuse que sotte et présomptueuse que de chercher à abattre la couronne qui ceint la tête de la grande mère et la proclame reine du Droit dans le monde.

Il est certain que, dans le passé, on a exagéré la conviction de l'autonomie et de l'indépendance du droit romain, et qu'on a trop cru au dogme de son évolution lente et graduelle, en vertu de laquelle le droit de Justinien n'aurait pas été autre chose que l'élaboration, le dernier développement des institutions de l'ancien peuple.

La recherche des emblèmes dans les Pandectes, c'est-à-dire l'étude des interpolations et en même temps les grandes découvertes papyrologiques ont sapé les bases de cette conception et ont démontré d'une manière lumineuse que tout le progrès du droit romain ne peut pas être attribué à la faculté créatrice de la nation, les influences des institutions gréco-orientales ayant été au contraire profondes même sur ce terrain.¹ Et cela correspond bien à ce que l'on devait attendre du jeu de toutes les forces agissantes et réagissantes dans le contact de la civilisation romaine avec la civilisation des provinces. Il est clair en soi, et les esprits exempts de préjugés auraient même dû considérer comme une vérité éclatante et intuitive cette vérité, que la réception du droit romain dans les provinces ne pouvait se réaliser sans que ce dernier subît une large immixtion de principes des droits préexistants, et que cela devait avoir lieu d'une manière particulière dans les provinces grecques, qui se trouvaient en possession de formes juridiques plus élevées que celles des Romains. Ce fait à son tour ne pouvait manquer de réagir puissamment sur le droit romain; nous pouvons même dire que la grande transformation de ce dernier, qui, de la figure mesquine de droit d'une cité, s'éleva à celle de droit universel, s'accomplit précisément à travers cette réaction. Les influences du droit grec sur le droit romain furent donc remarquables même à l'époque classique.² Incertaines et insaisissables dans les âges précédents, elles deviennent déjà importantes et tangibles au II^e siècle a. J.-C., et il devait en être ainsi, car, cette époque étant une époque de

¹ Cfr. BONFANTE, *Le affinità giuridiche greco-romane*, « Riv. di Storia Ant. », 1910, pag. 79, cfr. 75.

² Voir NIESE, *Staat und Gesellschaft der Römer* dans la *Kultur der Gegenwart*. Teil II, Abt. IV, 2, pag. 257 et suiv.

révolution dans tout le champ de la culture romaine, à cause de l'influence des contacts avec la civilisation grecque, il était inévitable que les jurisconsultes prissent part, eux aussi, au mouvement grandiose.

Chrysippe avait fondé une théorie générale du droit, en proclamant la loi naturelle; la loi civile ne devait pas être l'effet de conventions arbitraires; la tradition ne pouvait plus aspirer à une autorité absolue; mais la norme devait jaillir, par l'œuvre de la raison, des rapports d'égalité nécessaire qui existent entre les hommes. Et voilà que, sous l'influence de cette théorie, chez les Romains aussi le raisonnement vient à faire irruption dans ce qui devenait une science de mots, un culte aveugle de formules consacrées. Le grand jurisconsulte Scaevola, stoïque comme Chrysippe, commence la révolution.

Mais, quoi qu'il en soit, bien que les influences grecques sur le droit romain fussent déjà remarquables à partir de cette époque, elles ne réussirent point, jusqu'au deuxième siècle de l'Empire, à en attaquer la masse, puisque les Romains surent au contraire en amalgamer avec elle les produits d'une manière organique. Si bien que leur droit, au moins jusqu'aux Antonins, se présente à nous comme un bloc solide et cohérent d'origine romaine, bien que quelques-uns et même plusieurs des éléments qui le constituent ne soient point romains.

C'est pour cela que, dans les limites de cette période, il ne faut pas exagérer — comme quelques-uns tendent aujourd'hui à le faire — les influences hellénico-orientales sur le droit romain, ou, pour mieux dire, il ne faut pas en dénaturer le caractère afin d'étouffer l'originalité de la race italique, dans l'unique champ où jusqu'ici elle avait été respectée. C'est seulement après les Antonins que se réalisa dans le droit privé, comme dans le champ du droit public, une révolution profonde, due précisément à l'envahissement violent d'institutions et de coutumes provinciales, en particulier d'origine grecque, ou gréco-orientale. « L'extension du droit de cité à tout l'Empire, le déplacement du centre de gravité en orient », écrit M. Bonfante, ¹ « sont les motifs et marquent le commencement de la crise laborieuse ». Ce fut alors que beaucoup de

¹ Op. cit., p. 80.

produits impurs pénétrèrent dans le droit, que beaucoup de greffes étrangères s'effectuèrent sur son vieux tronc; ce fut alors en particulier que se constitua le plus grand nombre des suprastructures juridiques gréco-orientales. Mais, même à cette époque, il n'y eut point d'hellénisation du droit commun, mais bien une élaboration plus active, plus transformatrice, parfois révolutionnaire, romano-hellénique.

Et ainsi la gloire de cette forme concrète du *Corpus Juris*, qui eut une si grande force de pénétration chez tous les peuples civilisés du monde, est une gloire qui appartient à Rome plus qu'à la Grèce, ou qui, du moins, appartient aux deux peuples dans des proportions égales.

Et dans le champ de l'art, qui est celui où les Romains ont été le plus malmenés et le plus accusés d'impuissance et de stérilité, leur œuvre fut-elle vraiment aussi négative qu'il a plu à quelques-uns de la croire? Quant à la littérature, il faut répondre non d'une manière absolue. Si quelqu'un pense que la littérature latine n'est qu'une traduction de la littérature grecque, il pense une chose tout à fait sotte. Pour réfuter immédiatement et d'une manière éloquente une hérésie semblable, il suffit de songer à la vitalité de cette littérature. Elle ne fut point une traduction, mais une imitation de la littérature grecque; or, imitation signifie élaboration, et l'élaboration d'éléments déjà subsistants dans le patrimoine artistique est l'unique voie par laquelle l'art procède, après que les formes typiques en ont été créées et affirmées. Il est évident que, si l'on voulait condamner dans l'art les formes grecques, on frapperait, en même temps que les grands artistes de Rome, beaucoup des gloires les plus authentiques des littératures modernes; on frapperait même, en général, une grande partie de la production de ces dernières, qui n'est qu'une dérivation de la production grecque, et souvent même par l'intermédiaire de la littérature latine. Naturellement, le rapport général de dépendance entre la littérature latine et la littérature grecque est plus étroit que celui des littératures modernes, parce qu'il fut immédiat et direct; on ne peut pas nier non plus que la contribution de facteurs originaux et nationaux apportés par les Latins au patrimoine artistique universel, fût souvent plus limitée que celle que l'on reconnaît à plusieurs des peuples modernes: mais il est également certain que leur imitation, si elle fut parfois servile, fut le plus sou-

vent libre, autonome, souple, même dans les premières phases (il suffit de mentionner Ennius et Plaute), et s'éleva, dans les phases successives, à des degrés très élevés de génialité; pour ainsi dire, si la contradiction apparente et formelle ne me faisait redouter l'accusation de vouloir chicaner, d'originalité. Oui, si Lucrèce, Catulle, Virgile, Properce, d'un côté, Cicéron, Saluste, Tacite, de l'autre, furent des imitateurs, ils furent des imitateurs très originaux.

La littérature grecque de la même époque n'a aucun nom qui puisse, même approximativement, leur être comparé; la littérature grecque plus ancienne en a beaucoup de bien plus grands pour la force de la création et pour la perfection des formes, mais aucun qui soit aussi grand pour le charme de sympathie humaine. Ils mêlèrent beaucoup de fils purement romains à la grande trame grecque. Et c'est avec un légitime sentiment de satisfaction que, il y a seulement quelques mois, après tant d'exemples exotiques de méconnaissance obstinée des mérites de la littérature latine, — exemples appuyés d'une manière aussi vide qu'apparemment impressionnante par les développements si vantés que les découvertes papyrologiques ont apportés à la littérature grecque, — il nous fut donné de lire les paroles par lesquelles le plus grand connaisseur en matière de littérature grecque, M. Wilamowitz, terminait une de ses communications à l'Académie de Berlin sur les rapports entre Minnerme et Properce.

« Par l'indication de leurs modèles, écrivait-il,¹ avec son style au large souffle, plein de mouvement et de vie, on tue seulement les poètes qui ne sont point poètes. Au contraire, les poètes Romains de l'âge d'or, de courte durée, qui n'allaient pas encore demander aux rhéteurs les recettes à bon marché, au moyen desquelles on pouvait dire tout et rien, apprenaient à connaître par les grammairiens, grâce à un travail sérieux et diligent, beaucoup de poètes grecs et des poètes très différents. En suçant le pollen des fleurs les plus diverses, ils savaient donner à leur goût la plus noble des conformations; mais ce qu'ils produisaient était leur miel à eux. Et si Alcée et les neuf poètes lyriques tous ensemble sortaient de leur tombeau, Horace demeurerait Horace, quelque grande que soit l'influence stimulatrice qu'ils puissent avoir exercée

¹ Sitz. Ber. d. Berl. Ak., 1912, p. 122.

sur lui. Ainsi Properce et Tibulle devinrent les créateurs d'une nouvelle élégie, de leur élégie, chacun de sa propre élégie, bien que nous sachions en partie et que nous sentions en partie que, dans les matériaux comme dans la manière de traiter leur sujet, ils doivent beaucoup aux Grecs ». Ainsi s'exprime M. Wilamowitz.

La littérature latine demeure donc un développement et une élaboration ultérieure des genres dérivés de la littérature grecque, un stade nouveau et progressif de la littérature universelle hellénistique. La gloire principale de la littérature latine, prise dans tout son ensemble, fut de réussir, bien que d'une manière très imparfaite, à opérer la fusion de la poésie classique grecque avec la poésie des temps nouveaux, c'est-à-dire celle qui avait été commencée par Euripide, ce qui revient à dire la fusion de deux directions et de deux genres littéraires tout à fait différents. Les Romains ne réussirent, je le répète, dans cette fusion que d'une manière imparfaite, car c'est à peine si les modernes l'ont réalisée pleine et lumineuse. Malgré cela, leur tentative même fut une œuvre grandiose, surtout si l'on songe qu'au fond les artistes hellénistiques eux-mêmes n'eurent pas le courage de l'entreprendre.¹ Cet effort suffirait pour ennoblir toute la littérature de Rome et pour faire entendre quelle injustice il y aurait à la définir une littérature d'imitation, si, par ce mot, on voulait exprimer plutôt l'idée de reproduction servile que celle d'élaboration progressive. Celui-là rendra du reste justice complète à la souplesse mentale, à la délicatesse exquise du sentiment, à la richesse de l'imagination, en un mot à la génialité artistique des Romains, acquise sinon innée, qui se mettra à considérer que Virgile vient à peine un siècle et demi après Ennius et qui se donnera la peine de comparer la littérature latine, non seulement du I^{er}, mais encore du II^e siècle av. J.-C. avec la littérature germanique du VI^e siècle après J.-C. A cette époque, les Germains étaient déjà entrés en contact étroit et direct avec la culture gréco-romaine; eh bien, dans le champ de l'esprit, ils n'avaient su rien produire, absolument rien en dehors de leurs chants héroïques. Ces chants pourront être aussi originaux que l'on voudra, mais combien plus lumineuses

¹ Voir BELOCH, *Griech. Gesch.*, III, 2^e.

sont les œuvres d'imitation des Latins, en commençant par Plaute!

Dans le cercle des autres arts, ce n'est peut-être que dans l'architecture que l'on peut porter sur les Romains un jugement aussi favorable que dans la littérature, et même plus favorable encore, parce que, dans l'orbite de cet art, il n'y a pas lieu seulement de reconnaître à leur œuvre une signification de libre élaboration ultérieure des plans et des formes hellénistiques, mais on peut aussi parler à leur sujet de prestations vraiment originales.¹ Dans les arts figuratifs, au contraire, l'étincelle, je ne dirai point qui crée, mais qui développe, ne s'alluma que rarement dans leur âme. Toutefois, il y aurait ici encore une injustice à les taxer de stérilité impuissante et de dépendance d'hommes de métier, car il y eut des genres, comme le portrait et le relief, où ils donnèrent des preuves d'une habileté indiscutable.

Il y a toute une autre vaste zone de l'esprit, où les Romains ne purent correspondre à l'impulsion de la civilisation grecque: c'est celle des sciences positives, que nous voyons s'arrêter et décliner, alors que leur développement merveilleux avait suscité de si magnifiques espérances, pendant la période hellénistique; mais la raison de cette grave lacune de la culture romaine, à notre avis, peut dépendre en partie seulement du manque naturel et inné chez les Latins de ce que Strabon appelle τὸ φιλεῖδμον (l'esprit de recherche), de la répugnance pour la θεωρία, de la tournure pratique et utilitaire de leur mentalité, car, pour une autre partie, et peut-être plus considérable, elle doit dépendre d'une cause plus éloignée et plus générale, à savoir du fait que ces sciences avaient atteint, dans la période hellénistique, le plus haut degré de développement qui leur fût permis par les conditions de l'esprit antique et par les moyens de recherche, d'où elles devaient fatalement subir un arrêt, et arrêt, sur le terrain scientifique, signifie recul.

Nous ne voulons point nier non plus que la domination Romaine entraîna avec elle dans le monde grec un abaissement de la culture. Mais il y eut à cela une très large compensation dans le fait que Rome la répandit dans tout l'occi-

¹ Voir, sous une forme populaire, TH. BIRT, *Zur Kulturgesch. Roms*, 1911, pag. 129 et suiv.

dent de l'Europe. Il était naturel et inévitable que cette expansion comportât une espèce de nivellement général, en vertu duquel la civilisation grecque venait à perdre en intensité ce qu'elle gagnait en diffusion. Ainsi justement, lorsqu'on verse le liquide d'un vase dans plusieurs autres vases communicants, le niveau s'abaisse d'autant plus qu'il y a un plus grand nombre de récipients qui doivent le recevoir. Mais l'œuvre de la civilisation d'une si grande partie de l'Europe est un mérite aussi grand que celui de la création même de la civilisation. Si cette gloire appartient à la Grèce, l'autre appartient à Rome et lui assure, à travers les siècles, la gratitude de l'humanité entière.

Ceux-là même qui déprécient l'élaboration apportée par les Romains à la civilisation grecque et qui exagèrent du même coup leur influence répressive ne pourraient mettre en doute cette vérité, comme ils ne peuvent nier que, par l'expansion de la culture grecque dans le monde, les Romains préparèrent les fondements sur lesquels repose la civilisation moderne, et la Renaissance, qu'on doit considérer, non point comme le premier commencement de cette dernière, mais toujours cependant comme un de ses facteurs principaux, fut une autre gloire de la race italique « aux nombreuses vies ». C'est pourquoi justement le grand helléniste,¹ qui est allé jusqu'à voir dans le soldat romain meurtrier d'Archimède dans le pillage de Syracuse, le symbole de l'action de Rome sur la civilisation grecque, a pourtant senti le devoir d'ajouter aussitôt après : « Mais, ici encore, on vit se réaliser le vieux dicton : *ὁ τρώσας ἰάσεται* — qui blesse guérit — ; or, nous marchons sur le sol de Florence avec des sentiments peu différents de ceux que l'on éprouve sur le sol sacré d'Athènes ».

Et pourquoi ne pas aller jusqu'à dire que c'est avec les mêmes sentiments que nous descendons dans le Forum de Rome antique ? La vénération et la gratitude qu'il nous inspire est pareille à celle que nous impose l'Acropole ; et même, tandis que, sur cette dernière, nous sentons s'insinuer en nous lentement, pour nous dominer ensuite et nous bouleverser, je ne sais quel sentiment d'abattement pénible, parce que la

¹ BELOCH, art. cit., p. 38. M. WILAMOWITZ, se séparant de lui sur ce point, continue à voir le facteur principal de la ruine du monde grec dans l'épuisement de l'organisme de la nation et dans la décadence de ses forces morales : voir *Staat und Gesellsch. d. Gr.*, p. 198 et suiv.

beauté, dont nous sommes habitués à y découvrir le symbole, nous apparaît inexorablement déchuë, — du Forum, au contraire, qui réalise l'emblème de l'ordre, du droit et de la justice, il s'élève toujours une grande voix incitatrice et stimulatrice, parce que l'ordre, le droit et la justice de notre société sont encore, au fond, ceux que Rome dicta.

Bologna, Università.

G. CARDINALI

(Traduit par M. le Prof. J. Rouquet - Alzonne).

ASPERGES FILIPPO - *responsabile.*

MILANO - TIPO-LIT. REDESCHINI DI TURATI E C.

SUPPLÉMENT

TRADUCTIONS FRANÇAISES DES ARTICLES
ALLEMANDS, ANGLAIS ET ITALIENS

Vol. XIV - Num. XXXI-5

1

LES THÉORIES DES SUBSTANCES

CHEZ LES PRÉSOCRATIQUES GRECS

PREMIÈRE PARTIE.

Des premières spéculations à Empédocle.

Nous nous proposons d'examiner brièvement dans cet article¹ les théories qui ont été imaginées et soutenues par divers penseurs et savants de l'époque présocratique, pour expliquer les transformations incessantes auxquelles sont soumises, selon le témoignage de nos sens, toutes les innombrables substances que nous observons dans la nature. Cette question a été traitée à de nombreuses reprises au point de vue philosophique, et on lui a souvent attribué une portée différente de celle qu'elle a véritablement. Ce fait s'explique si l'on pense que dans l'examen de cette question on a négligé en grande partie le point de vue purement scientifique et naturaliste qui y assume pourtant un caractère prédominant. En traitant au contraire la question d'une façon qui tient compte de ce dernier caractère, nous pourrions saisir sur le vif la voie suivie par une doctrine scientifique chez les Grecs et voir comment elle a évolué, semblable en cela aux doctrines scientifiques de toutes les époques, y compris la nôtre, sous une double influence: celle de l'observation et de la pratique et celle des idées philosophiques et gnoséologiques dominantes.

¹ Beaucoup des affirmations contenues dans cet article seront plus amplement discutées et documentées dans un volume qui paraîtra prochainement: *Storia del pensiero scientifico presso i presocratici* et qui forme la première partie d'une *Storia generale del pensiero scientifico dalle origini ai principi del secolo XIX*.



Les transformations de substances qui ont les premières frappé l'imagination des penseurs les plus anciens ne furent pas évidemment celles qui peuvent se produire dans les alambics et fioles des alchimistes. Pour avoir connaissance de ces dernières, il aurait fallu une industrie avancée, comme celle par exemple qu'offrait l'ancienne Égypte, et une longue série d'hommes voués à la culture de l'art. Aussi ne verrons-nous apparaître que pendant la période alexandrine les mystérieuses écoles d'alchimistes qui, joignant les vieilles pratiques aux spéculations des philosophes antiques, donnèrent une si grande impulsion à la technique de laboratoire et aux connaissances particulières d'ordre chimique. Pendant la première période, au contraire, le laboratoire et le lieu d'observation sont formés par la nature entière, observée dans ses manifestations les plus grandioses et quotidiennes. C'est pourquoi ce que nous pouvons appeler la chimie des premiers siècles fut, dans ses caractères essentiels, une chimie météorologique. Ce sont les grandes eaux qui tombent du ciel, les nombreuses sources qui surgissent de la terre, ce sont les évaporations de ces eaux elles-mêmes dans des récipients exposés à l'air, des lacs, des mers, ce sont les dépôts terreux abandonnés par les fleuves dans leur cours inférieur et à leur embouchure et les érosions qu'ils produisent dans les endroits plus élevés, ce sont, dis-je, tous ces phénomènes qui soulèvent les premiers problèmes relatifs à la transformation des substances. Qu'on y ajoute encore la force destructrice et merveilleuse du feu terrestre qui fait disparaître ce qu'il brûle, celle du feu céleste qui sèche et dessèche, et qu'on considère enfin tous les phénomènes organiques de naissance et de mort, de composition et de putréfaction, et nous aurons ainsi un tableau à peu près complet des faits matériels qui, frappant le regard des premiers naturalistes, les ont décidés à en tenter la coordination et l'explication.

Ces transformations continues ont-elles des limites? Telle devait être une des premières questions que les physiologues (*φυσιόλογοι*) grecs se soient posées. Tout se transforme en tout: nous voyons bien — tel devait être leur raisonnement — que l'eau en s'évaporant devient de l'air, lequel retombe sur la

terre, à son tour, sous forme d'eau. De nombreux autres phénomènes nous montrent l'eau se transformant en terre, et nous observons à tout instant le processus inverse dans les sources et les solutions. Les rapports entre l'air et l'eau, d'une part, et le feu, d'autre part, sont également évidents. N'est-ce pas le feu céleste qui attire l'eau pour *s'en nourrir*, et l'air réchauffé ne possède-t-il pas *en puissance* la propriété de pouvoir devenir lumineux et se transformer en feu? Donc, tout se transforme en tout.

Telle est la réponse que les premiers naturalistes, les physiologues ioniens, ont donné au problème qui, par sa généralité et par son importance, s'imposait déjà impérieusement à leur attention, mais, vu sa difficulté intrinsèque, attend encore aujourd'hui une solution satisfaisante. La réponse, et la chose est bien compréhensible, n'a pas été formulée alors dans les termes explicites que je viens d'énoncer. On cherchait plutôt à ramener toutes les substances à une substance unique, formant le substratum de toutes les autres. Mais, dans cette opération, quelles étaient les raisons qui poussaient à accorder une place prépondérante à une des substances connues, de préférence à toutes les autres? Et, surtout, puisque toute chose pouvait se transformer en n'importe quelle autre, pourquoi ne pas prendre pour point de départ une substance quelconque et la considérer comme la *ἕλη* du tout?

Pour se rendre compte à quel point une conception aussi générale était inaccessible à la pensée des anciens, il suffit de se rappeler ce qui arrive encore aujourd'hui pour toute une série de concepts analogues, ceux notamment qui traitent de cause et effet. Grâce à l'introduction du concept de fonction, l'antinomie qu'on avait perçue depuis longtemps entre cause et effet disparaît: la cause et l'effet peuvent prendre la place l'un de l'autre, et s'il peut se trouver une différence dans leurs rapports, cette différence est tout au plus d'ordre secondaire, celle de *d'abord* et *d'ensuite*. Et, pourtant, combien de temps n'a-t-il pas fallu pour arriver à ce concept plus général et pour reconnaître que cause et effet constituent deux entités réversibles! Ce qui n'empêche pas que même de nos jours le *bon sens commun* considère la distinction comme tranchée et ayant des racines profondes.

Quelque chose d'analogue a dû se produire pour le concept des transformations de substances. Certes, tout se trans-

forme en tout; mais (tel devait être le raisonnement instinctif des premiers penseurs) il devait sûrement y avoir une substance qui, tout en revêtant des aspects divers, demeurerait toujours semblable à elle-même et était ainsi au fond la seule vraie de toutes les substances existantes, celle notamment qui se manifestait à travers le changement continu du tout.

Il n'est pas du tout certain que Thalès, lorsqu'il exprimait l'opinion que l'eau est l'origine de toutes choses, ait fait consciemment des raisonnements analogues à ceux dont je viens de parler et qu'il soit arrivé à sa généralisation en observant seulement et en réfléchissant sur ses observations. C'eût été là un anachronisme. Il avait en revanche subi fortement l'influence de mythes indigènes et de récits de peuples étrangers. Mais en s'appropriant ces mythes, il en avait cherché, en savant qu'il était, une explication naturelle. Aristote rapporte en effet, bien que d'une façon conjecturale (*Métaph.*, I, 3), les raisonnements qu'a dû faire Thalès pour arriver à ses conclusions: la nutrition des plantes et des animaux est humide, la chaleur de la vie vient de l'humide, humides sont les germes des plantes, des animaux et des hommes. Donc tout est engendré par l'eau.

Les concepts ainsi exprimés et qui surgirent tout d'abord sous une forme incertaine et confuse, n'ont pas cessé de s'affiner et de devenir toujours plus rigoureux. Avec Anaximandre, le savant le plus éminent de l'école ionienne, la doctrine prit un aspect absolument scientifique. Il existe un *quid* qui, par ses transformations continues et incessantes, engendre toutes les substances. Anaximandre donne à ce *quid* le nom de *ἄπειρον*; il est donc quelque chose d'indéfini (non d'illimité!!). Mais ce concept, plus scientifique, était peut-être d'une abstraction trop précoce; aussi se remit-on à chercher, parmi les substances pratiquement connues, celle qui semblait représenter le mieux la *ἀρχή* et la *ύλη* de tout. C'est ainsi que nous voyons tour à tour l'air (Anaximène) et le feu (Héraclite) s'élever à la première dignité. Notons ici l'erreur de ceux qui veulent reconnaître chez les penseurs antiques, antérieurs à Empédocle, une théorie des éléments pouvant être assimilée dans une certaine mesure à celle du médecin-poète d'Acrigente. Les commentateurs anciens eux-mêmes, imbus des théories ultérieures des quatre éléments, et plus spécialement de celle d'Aristote, n'ont absolument rien compris au développement primitif de la ques-

tion; aussi leurs informations doivent-elles être interprétées *cum grano salis*. D'après ces théories, les Ioniens eux-mêmes et les anciens Pythagoriciens devraient avoir reconnu purement et simplement (!) les quatre éléments; ils se seraient seulement contentés d'élever à un rang spécial un de ces éléments ou même plus d'un d'entre eux. Une pareille thèse est insoutenable et repose sur une erreur de compréhension quant à l'emploi de certains mots. Les physiciens les plus anciens employaient couramment les mots terre, eau, air, feu; la connaissance et la distinction, alors très limitées, des différentes substances se bornaient à peu près à celles qui représentaient à l'observation journalière les différents états des corps, solide, liquide et aériforme, tandis qu'on faisait, de plus, une place spéciale au phénomène très singulier et frappant du feu, qui était conçu comme une substance. Ces termes devaient donc revenir très souvent et nécessairement dans les différentes considérations sur la nature et représenter en réalité comme des synonymes des termes exprimant les différents états de forme. C'est pourquoi on ne peut pas admettre que ces mots aient impliqué dès le début le concept d'*élément* qui y fut compris plus tard. Ainsi qu'on le verra encore au cours de cet article, une pareille erreur d'interprétation signifierait une méconnaissance de toute l'évolution de la pensée antique, relativement à l'essence et aux transformations des substances.

Chez les Ioniens, la solution du problème ne se bornait pas à l'affirmation de la transformation illimitée, mais s'étendait aussi à la recherche du mode des transformations et des régularités auxquelles elles étaient soumises. C'est ainsi que la théorie scientifique générale s'engageait aussi dans le particulier et préparait une série d'affirmations qui auraient dû subir plus tard le contrôle de l'observation et de l'expérience et, selon les résultats obtenus, être confirmées ou infirmées.

Les Ioniens ne cherchaient pas une cause extérieure à la substance elle-même, déterminant ses transformations. Ils admirent au contraire, selon le point de vue animiste, que les substances elles-mêmes possèdent le pouvoir de déterminer leurs propres variations. Quant au mode de la transformation, il leur a été suggéré par l'observation la plus élémentaire des différentes densités; dans l'opinion attribuée à Anaximène nous trouvons en effet la claire expression de l'indication relative aux processus de raréfaction et condensation (*μάνωσις*

et πύκνωσις); il est encore très probable que ce concept devait également faire partie des théories d'Anaximandre, mais nous ne possédons pas sur ce point d'informations explicites. Cette supposition serait cependant d'une certitude absolue, si nous voulions attribuer, avec H. W. Roscher, la rédaction des onze premiers chapitres de *περὶ ἐβδομάδων* à un écrivain ionien de l'époque qui se place entre Thalès et Anaximandre.¹ Les concepts de chaud et de froid (θερμόν et ψυχρόν) étaient en outre associés aux transformations comme co-variantes, et non comme déterminant les changements eux-mêmes. Les régularités observées dans les transformations sont plus tard fortement accentuées, surtout chez Héraclite. Les deux directions, celle du κάτω ὁδός et celle du ἄνω ὁδός, c'est-à-dire des transformations qui vont du plus léger au plus dense (feu → air → eau → terre) et celle qui vont du plus dense au plus léger, bien que déjà mentionnées chez les premiers Ioniens, sont mises, par le penseur d'Ephèse, à la base de toute observation naturelle. Et bien qu'Héraclite, esprit éminemment religieux, possède, de tous les philosophes ioniens, la mentalité la moins véritablement scientifique, nous trouvons exprimée chez lui une théorie qui a exercé la plus grande influence sur les doctrines météorologiques postérieures: la théorie de l'ἀναθύμιασις. Deux ἀναθύμιασις, deux émanations se dégagent continuellement: l'une venant de la mer, l'autre de la terre. La première est dense, obscure: elle forme les nuages, la nuit, l'hiver. La deuxième est claire, lumineuse; elle s'en va briller dans les astres et occasionne le jour, l'été. La première représente évidemment l'évaporation des mers, évaporation qui, tout en nourrissant en partie le Soleil et les étoiles, se condense pour la plus grande partie et retombe sous forme de pluie; la deuxième est d'une explication quelque peu difficile au point de vue naturaliste et d'aucuns ont cherché à voir en elle l'irradiation calorifique émise par la terre.

*
*
*

Nous avons vu la direction qu'avaient prise dans le monde antique grec les considérations sur les transformations et sur

¹ Cfr. H. W. ROSCHER, *Ueber Alter, Ursprung und Bedeutung der hippokratischen Schrift über die Siebenzahl*, Leipzig, 1911.

l'essence des substances. Mais quelques raisonnements de nature philosophique et gnoséologique n'ont pas tardé à changer cette direction, en en inaugurant une autre, d'un caractère bien différent. Ces considérations se rattachent aux spéculations d'Héraclite lui-même et, plus spécialement, à celles de Parménide. Le premier peut être considéré comme le créateur d'un relativisme systématique: « Nous descendons dans les mêmes fleuves et nous n'y descendons pas; nous sommes nous, et nous ne sommes pas nous-mêmes » (Fr. 49),¹ dit-il dans son ouvrage. « L'eau de la mer est la plus pure et la plus impure; potable et salubre pour les poissons, elle est impotable et nuisible pour les hommes » (Fr. 61). Dans le devenir et les transformations incessants de toute chose, rien ne se maintient, tout varie; et les valeurs ne changent pas seulement avec le temps, mais au même instant elles sont diverses et contraires, selon le point de vue auquel on se place. Et en même temps, pendant que les choses varient, il peut nous sembler à nous qu'elles restent les mêmes. N'y a-t-il pas dans tout cela l'affirmation implicite que tout ce que nous connaissons *n'est pas*, mais, devenant continuellement, forme pour ainsi dire une illusion de nos sens? Héraclite ne le dit pas explicitement; mais, en revanche, cette idée se trouve exprimée d'une façon bien claire chez Parménide, l'antique penseur d'Elée, que les historiens de la philosophie amoureux de contrastes, ont presque voulu opposer au philosophe d'Ephèse, alors que le contraste est plus apparent que réel. Mais c'est devenu une habitude invétérée chez les philosophes de vouloir faire d'une période admirable par la continuité de sa pensée une époque où les *penseurs* n'auraient eu qu'une *pensée*, celle de contredire leurs prédécesseurs de toutes les manières possibles.

Parménide, comme nous l'avons dit tout à l'heure, distingue nettement le monde du variable et de l'incertain, qui est le règne de nos sens trompeurs, du monde *vraiment vrai* qui est celui qui existe seulement et ne nous est accessible peut-être qu'avec le secours de la raison, de la sienne du moins. Ce monde *vrai*, qui est l'*être* par antonomasie, est immuable, éternel et même immobile; seules la recherche et la connaissance de ce monde peuvent nous permettre d'atteindre à la vérité.

¹ Le numéro des fragments que je cite est celui du recueil de DIELS, *Die Fragmente der Vorsokratiker*, Berlin, 1906, et la traduction est faite d'après le texte dans la leçon qui s'y rapporte.

Ces nouvelles conceptions, sur lesquelles je ne puis insister davantage dans cet article, ont exercé une profonde influence sur la pensée générale du monde hellénique. On peut dire que toutes les disciplines s'en sont ressenties. Même réduite à un contraste moins net, la doctrine de Parménide, en fondant la gnoséologie, a soulevé le problème et imposé la nécessité de rechercher *derrière* les phénomènes apparents, tels qu'ils nous sont fournis par les sens, leur essence vraie. Cette dernière devait en outre posséder nécessairement quelques caractères particuliers; et comme le développement successif des disciplines scientifiques ne permettait plus de lui attribuer une immobilité absolue, ses caractères se réduisirent aux attributs rigoureux de l'immutabilité et de l'éternité. Aussi ces nouveaux concepts s'imposèrent-ils également, lorsqu'il s'est agi d'expliquer les transformations des substances. Et alors, mettant de côté les variations apparentes, on n'affirma plus avec Héraclite, interprète fidèle en cela des vieilles théories ioniennes, que « le feu vit de la mort de la terre, l'air de celle du feu, l'eau de celle de l'air, la terre de celle de l'eau » (Fr. 16), mais on en vint à proclamer avec Empédocle: « Il n'y a, à proprement parler, ni naissance des choses mortelles ni fin par une mort malheureuse. Il y a seulement mélanges et échanges entre les choses mélangées: la naissance n'est qu'un mot dont les hommes se servent pour désigner ces choses » (Fr. 8) ou encore, avec Anaxagore: « les Hellènes ne s'expriment pas correctement, lorsqu'il parlent de naissance et de mort; en réalité, rien ne naît ni ne périt, mais toute chose se mélange aux choses existantes et s'en sépare. Aussi feraient-ils mieux de dire se mélanger au lieu de naître, et se séparer au lieu de mourir » (Fr. 17).

A l'époque où nous sommes arrivés, le problème se trouve donc posé de la manière suivante: toutes les transformations sont des apparences trompeuses des sens. Il faut chercher ce qu'il y a de divers, de vrai et de stable derrière tous ces faux phénomènes.

La solution du problème (cas bizarre, mais qui s'est produit fréquemment sous des formes analogues, au cours de l'histoire) s'obtiendra pour la plus grande partie, grâce à l'appropriation d'une doctrine qui, dans le temps, faisait banqueroute dans une autre branche de la science, dans la branche mathématique.



Le concept fondamental de la géométrie primitive des penseurs de l'école Pythagoricienne était celui du point. Tout: lignes, figures planes, solides, tout était, d'après eux, *formé* de points. Ceux-ci devaient évidemment posséder des positions et, en dernière analyse, avoir une certaine grandeur. Se rattachant strictement à la théorie des points, peut-être même dépendant d'elle, il se forma cette doctrine plus générale qui finit par se résoudre en la mystique des nombres. « Tout ce qui peut être connu a un nombre. Sans le nombre, rien ne peut être connu ni compris », dit un Pythagoricien relativement récent, Philolaüs (Fr. 4). Mais le nombre n'est pas seulement conçu comme une mesure quantitative qui exprime, par exemple, les rapports entre les longueurs des cordes vibrantes et les sons perçus: il donne encore, et de plus, ce qui *compose*, sous forme de quantité et de disposition des points, les diverses substances. Dans ce sens, la théorie des nombres composant le cosmos entier devient compréhensible et naturelle; chacune de ses dimensions s'obtient en calculant ou en trouvant un nombre proportionnel aux points qui s'intercalent entre les points extrêmes.

J'ai dit que lorsque cette théorie, de géométrie ou générale, mais sans autre valeur spécifique que sa valeur géométrique même, en vint à constituer un élément important de la théorie des transformations des substances, elle avait fait banqueroute dans sa discipline d'origine. On sait en effet que la théorie des figures composées de points n'avait pas tardé à subir, et d'après la légende en même temps que le fondateur même de l'école, les attaques les plus acharnées qui en peu de temps la conduisirent à la perte. On n'eut pas plus tôt établi le théorème dit de Pythagore,¹ qu'on reconnut (et la chose suscita du scandale et fut soigneusement tenue secrète) que le diamètre du carré n'était pas commensurable avec les côtés. Comment cela eût-il été possible, si les droites étaient composées de points, si ceux-ci étaient numérables et si leur nombre représentait justement la longueur des différents segments?

¹ Dans un triangle rectangle, la somme des carrés construits sur les cathètes est égale au carré construit sur l'hypothénuse. *Euclide*, I, 47.

Et pourtant un raisonnement des plus simples, celui peut-être auquel Aristote fait allusion dans son *Analytique*,¹ et qui se trouve ensuite développé dans Euclide,² prouvait la chose d'une façon irréfutable, en montrant que si on admet la commensurabilité du côté avec le diamètre, un nombre peut être à la fois pair et impair. Cette démonstration par l'absurde ruinait irrémédiablement tout l'édifice pythagoricien primitif, basé sur les points et les nombres; aussi s'explique-t-on le soin jaloux de tenir cachée l'existence de choses aussi irrationnelles (*ἄλογα*), espérant un jour ou l'autre pouvoir sortir d'embarras. Mais, tout au contraire, non seulement le nombre des grandeurs qui devaient être reconnues incommensurables avec d'autres augmentait d'une façon continue, non seulement les indiscretions commises par des membres de la confraternité, malgré les expulsions et les excommunications, augmentèrent de plus en plus, mais encore en dehors du champ des irrationnels, la théorie des lignes *composées* de points, du temps *composé* d'instantants fut complètement battue en brèche par les raisonnements (*λόγοι*) triomphants de Zénon.

La partie était irrémédiablement perdue pour les mathématiciens de la vieille école; les nouveaux, prudents et avisés, érigèrent sur des bases nouvelles et plus sûres cet édifice géométrique qui forme une des gloires les plus authentiques et un des produits les plus précieux de l'antique civilisation grecque. Et entre temps le concept fondamental de la théorie de la composition par points passait, ainsi que je l'ai dit, du domaine de la géométrie abstraite dans la théorie de la composition effective des corps.



L'art pratique montrait, par exemple, qu'en imbibant de la terre glaise avec de l'eau, on pouvait former les modèles du sculpteur. En usant d'un langage poétique, et en dehors de toute conception analogue à la conception postérieure des éléments, on pouvait dire que les choses et les hommes

¹ *Analyt. prot.*, I, 23.

² *Euclide*, X, App. 27 (au livre X, prop. 115). Ed. Heiberg, Leipzig. Si on pouvait trouver un rapport $a : b$ exprimant celui qui existe entre le côté du carré et le diamètre, alors b devrait être nécessairement et à la fois pair et impair.

étaient composés de terre et d'eau.¹ C'est ainsi que Xénophane chante: « La terre et l'eau forment tout: ce qui devient et ce qui croît » (Fr. 29), et encore: « Parce que nous sommes tous nés de terre et d'eau » (Fr. 33). De même, lorsque Parménide, partant de conceptions analogues, à savoir que le *non-être*, cette donnée des sens trompeurs ne peut être *ni pensé ni conçu* (Fr. 4, v. 7-8), nous parle et nous expose sa physique, qui n'est autre chose que l'ensemble des doctrines d'une partie de l'école pythagoricienne contemporaine, il fait allusion à deux formes qui sont comme les *ἀρχαί* de toutes choses: « Ici le feu éternel, doux, très léger, partout semblable à lui-même, mais différent des autres choses. Et, en opposition complète avec lui, l'obscurité sans lumière, corps dense et pesant » (Fr. 8, v. 56-59). Ces allusions nous montrent que le terrain était déjà préparé pour le concept des substances composées d'un mélange de plusieurs autres. Ce qui avait encore ouvert la voie à ce concept, c'est l'état d'esprit de l'ancienne école italique qui tendait à chercher et à admettre des oppositions et des contraires entre toutes choses, état d'esprit qui contribua également à établir la distinction entre les substances inertes et la force qui les anime. Le fait est que si l'on a voulu considérer la voie suivie par l'école ionienne comme inadaptée au but, toutes les conditions étaient favorables pour lui substituer une théorie qui envisageait le monde comme formé de plusieurs substances invariables et éternelles, formées comme les corps géométriques (selon les théories primitives) de points, et qui postulait que les diverses apparences étaient le résultat d'une diversité qualitative et quantitative des mélanges. Mais le fait sur lequel il fallait surtout insister dans ces théories et qui, *a priori*, était reconnu comme absolument nécessaire, était celui de l'*invariabilité* de ces éléments primitifs qui devaient former le vrai être (*τὸ ὄν*) conçu par Parménide.

Sur cette nouvelle voie trois directions différentes pou-

¹ Des expressions de ce genre se rencontrent couramment dans la littérature antique. Homère lui-même met dans la bouche de Ménélaüs l'apostrophe suivante (VII, 99): « mais vous êtes tous produits par l'eau et la terre », et Hésiode, parlant de la création de la femme (*erga*, 60 et 79), raconte qu'Hephaïstus se mit à pétrir de la terre avec de l'eau. De même dans la *Genèse* nous trouvons un concept tout à fait analogue (II, 7) que je rapporte d'après la Vulgate: « Formavit igitur Dominus Deus hominem de limo terrae et inspiravit in faciem ejus spiraculum vitae ».

vaient être suivies. On pouvait ou admettre un nombre limité de substances primitives, invariables, faisant apparaître par leur mélange les substances les plus variées; ou considérer comme existant dès le principe, et indépendamment les unes des autres, toutes les substances les plus variées et infinies et faire dépendre l'apparence de celle qui prédominait tour à tour de phénomènes d'association et de dissociation des éléments semblables; ou enfin on pouvait postuler un seul et unique élément originaire et expliquer les divers aspects qu'il vient à présenter par le fait que les particules (*ἄτομοι*), les points qui, selon l'ancienne conception pythagoricienne, possédaient un volume et un poids, étaient susceptibles de recevoir des formes différentes ou présenter, les unes par rapport aux autres, diverses positions relatives.

Toutes ces trois directions ont été suivies, la première par Empédocle, la deuxième par Anaxagore, la troisième par Leucippe et Démocrite.



La théorie d'Empédocle a été, à mon avis, préparée depuis longtemps, non seulement par l'évolution des idées que je viens d'exposer, mais aussi par les travaux de médecins. Nous trouvons déjà chez Alcméon, de Crotone, qui, selon le témoignage d'Aristote (*Métaph.*, I, 5), avait connu Pythagore de son vivant, quelques allusions qui contiennent en germe la future théorie humorale connue sous le nom d'Hippocrate, de Cos.¹ La santé se conserve grâce à l'équilibre des puissances: humide et sec, froid et chaud, amer et doux, etc. Les maladies dépendent de la *monarchie* de l'une d'entre elles. Chez Philolaüs² nous trouvons trois sucs qui déterminent l'état du corps humain: le sang, la bile et le phlegma (*αἷμα, χολή, φλέγμα*), et enfin chez l'auteur de *περὶ φύσιος ἀνθρώπου*, nous trouvons les quatre sucs devenus classiques plus tard, c'est-à-dire les trois précédents, mais avec la subdivision de la *χολή* en bile jaune et en bile noire.

De même que les différents sucs, par leurs mélanges, déterminent l'état du corps, de même les différents éléments

¹ Voir le passage d'Aëtius, V, 30, 1 (DIELS, l. c., Alcméon, fr. 1).

² MENON, *Anonym.* *Londin.*, 18, 8p. 31 (in DIELS, *Philolaos*, A. 238).

déterminent les différentes substances. Ce n'est pas pour rien qu'Empédocle était médecin et avait des rapports suivis avec les écoles médicales de Sicile. C'est peut-être dans les théories de ces écoles qu'il a puisé la première inspiration pour énoncer nettement la doctrine des éléments qui formaient les substances, tandis que le nombre et la qualité de celles-ci lui furent fournis directement par les idées précédentes et par l'observation la plus simple. L'eau, l'air, le feu étaient élevés, tour à tour, dans l'école ionienne, au degré et à la dignité de *ὑλη*; la terre, l'eau, l'air et le feu étaient reconnus comme représentant différents états de forme. Eau et terre, terre et feu, étaient chantés par Xénophane et Parménide comme composant les différentes choses. Les quatre éléments étaient ainsi bien établis quant à leur nombre, trouvés et déterminés en ce qui concerne leur qualité. Ainsi que nous l'avons dit, ils devaient être immuables et éternels; la formation et la dissociation de leurs mélanges occasionnaient la naissance et la disparition apparentes.

Mais la nouvelle conception engendre nécessairement des hypothèses nouvelles et diverses. Une de celles-ci, et elle sera commune à la théorie d'Empédocle et à celle d'Anaxagore, consiste à nier implicitement la transmutabilité absolue entre toutes les substances. Une autre, commune à toutes les trois doctrines, bien que non impliquée nécessairement dans toutes, consiste à faire dépendre les substances, dans leurs transformations, de forces qui leur sont étrangères. Dans la doctrine des Ioniens, la puissance des transformations était inhérente aux substances elles-mêmes; et le fait que la substance renfermait en elle-même tout ce qui était nécessaire à ses transformations, rendait la doctrine assez acceptable au point de vue logique. Mais quand les substances, irréductibles les unes aux autres, deviennent semblables entre elles, alors on ne peut plus dire que l'une d'entre elles renferme *en puissance* la possibilité de se transformer d'une manière quelconque: l'intervention d'une substance étrangère devient nécessaire à cet effet. On en vient ainsi naturellement à établir quelque chose d'étranger aux substances et qui en règle les transformations. Aussi malgré qu'Empédocle attribue à ses éléments des noms de divinités: « Écoute d'abord les quatre racines de toutes choses: Zeus le splendide, Héré qui porte la vie, et Aidoneus et Nestis qui nourrissent avec des larmes les douleurs humains »

(Fr. 6), il leur ôte toute puissance et volonté propres et soumet tous leurs mélanges à l'action de deux forces: la *φιλότης* et le *νεῖκος*, l'amour et la lutte.¹ La doctrine d'Empédocle, à en juger par les nombreux fragments qui nous en sont parvenus et où la forme éclatante et poétique voile souvent la rigueur scientifique, n'apparaît pas bien claire sous ce rapport. Il se peut que dans l'esprit même de l'Acragentin les idées n'aient pas atteint le point de la clarté absolue. Il n'est pas inutile toutefois d'en tracer le tableau, même si quelquefois l'on doit pousser à l'extrême la pensée du poète.

Les quatre éléments se mélangent donc entre eux sous l'empire de deux grandes forces contraires: l'amour et la lutte. Ces forces déterminent les unions et les décompositions, chacune, bien entendu, selon son caractère propre. Et elles n'agissent pas ensemble, mais, selon le lien donné, c'est tantôt l'une, tantôt l'autre qui manifeste son action. En nous servant de la terminologie moderne, on doit, jusqu'à un certain point, imaginer le cosmos comme rempli de deux fluides réfractaires au mélange, mais capable d'occuper, tour à tour, plus ou moins d'espace. Les deux fluides sont en opposition continue entre eux; et tandis que l'un chasse l'autre vers l'extrémité du cosmos, gagnant ainsi de l'espace, il s'épuise dans cette action, de sorte qu'il vient, à son tour, à être refoulé et confiné de nouveau vers le centre.

C'est ainsi que les éléments subissent alternativement l'influence de l'une et de l'autre des deux forces opposées, et dans cette alternance de la permanence dans les deux fluides, les éléments suivent tantôt une direction, tantôt une direction parfaitement opposée. De cette façon se maintient éternellement l'état de naissance et de mort continues et apparentes des choses, alors que la prédominance inconditionnée d'une seule d'entre elles ne pourrait avoir pour résultat que l'établissement d'une assiette définitive du cosmos, autrement dit la mort du monde des phénomènes.

¹ Il faut remarquer que dans cette conception Empédocle avait subi largement l'influence d'Héraclite qui met la lutte à la base de toutes choses. Et le penseur d'Ephèse ne s'était pas borné à la physique, mais avait appliqué ce concept à la sociologie et à toutes les actions humaines. C'est ainsi qu'il dit: « La guerre (*πόλεμος*) est le père, le roi de toutes choses; et ceux-ci il fait dieux, ceux-là hommes, ceux-là esclaves, ceux-là libres » (Fr. 53). « On doit savoir que la guerre est l'état ordinaire, et que le droit est la lutte, et que tout s'engendre par la lutte et par la nécessité » (Fr. 80).

Il est intéressant de noter à quel point la préoccupation de la mort du cosmos, qui se déduirait rigoureusement si on admettait dans leur intégralité plusieurs des différentes théories scientifiques, avait toujours tourmenté l'esprit des penseurs et combien ceux-ci avaient toujours cherché à en éloigner la douloureuse conséquence en postulant, pour certaines époques, un renversement complet des principales lois de la nature. Sous ce rapport, Empédocle a été le premier à se poser et à résoudre à sa façon la question. Mais le problème, éternel, ne s'en impose pas moins toujours et continue d'agiter les esprits. C'est ainsi que dans ses *Premiers Principes*, Spencer, se plaçant à un point de vue purement métaphysique, distingue dans les vicissitudes du cosmos deux grandes phases opposées. Dans une de ces phases règne la tendance qui porte l'hétérogène vers l'homogène, tandis que dans l'autre phase règne la tendance opposée. Et passant des spéculations métaphysiques aux considérations vraiment scientifiques, nous observons une tendance analogue dans la façon dont on comprend l'ensemble des lois de la thermodynamique. Le deuxième principe de celle-ci énonce en effet que toutes les transformations d'énergie se produisent toujours, si on tient compte de leur somme, dans un sens déterminé, voire dans le sens des transformations qui, en donnant lieu à une perte incessante d'énergie libre, c'est-à-dire d'énergie capable de se retransformer et de donner naissance à de nouveaux phénomènes, produit une augmentation continue d'entropie. Il en résulte une tendance à la mort phénoménale du cosmos, tendance que le principe en question exprime dans une rigoureuse formule mathématique. On sait en effet que l'énoncé du deuxième principe, fait par Clausius, est le suivant : l'entropie de l'univers tend à un maximum. A la suite de quoi philosophes et savants se sont efforcés de démontrer que la conséquence attendue, la mort du cosmos, ne pouvait pas se produire. Et ils ont cherché à reculer à une époque infiniment éloignée, à cause des dimensions infinies de l'univers, le moment de l'anéantissement absolu de toute énergie libre ; ou bien ils ont cherché mathématiquement à réduire l'augmentation de l'entropie à un phénomène réglé par les lois de probabilité : la probabilité actuelle est que l'anéantissement de l'énergie libre doit se produire, mais le contraire peut également arriver, il *doit* même arriver, et voici le monde sauvé. Sans vouloir nous attarder ici à l'examen de ce problème,

nous attirerons seulement l'attention sur le fait que, en ce qui concerne sa solution, nous en sommes encore à l'antique conception d'Empédocle et que les expressions que nous employons, tout en étant moins poétiques dans leur forme, ne s'écartent pas beaucoup, quant à leur essence, de celles dont s'était servi le penseur grec.

Mais retournons de plus près à la théorie empédocléeenne des éléments et à ses conséquences historiques. La conception des quatre éléments, égaux en quantité et en grandeur, non transformables les uns dans les autres, a eu pour conséquence immédiate, ainsi que nous l'avons déjà dit, la négation de l'absolue transmutabilité de toutes les substances. Mais ce fait semblait en contradiction avec de nombreuses observations, spécialement d'ordre météorologique; aussi Aristote, à une époque plus récente, tout en semblant faire sienne la théorie d'Empédocle, la détruisit dans son essence, en admettant que les éléments pouvaient se transformer les uns dans les autres, selon le cycle bien connu, fondé sur les quatre qualités, opposées deux par deux (chaud et froid, sec et humide) que possèdent les éléments eux-mêmes. Mais ce n'est pas ici le lieu d'examiner la théorie du Stagyrte.

La théorie d'Empédocle, de même qu'elle se rattachait par ses origines aux doctrines médicales, fut à son tour rapidement adoptée par celles-ci. Elle exerça une profonde influence sur la théorie humorale elle-même, en ce sens que c'est peut-être grâce à elle que, par analogie, on a fixé à quatre le nombre des humeurs fondamentales, telles que nous les trouvons citées dans le *περὶ φύσιος ἀνθρώπου*. Et la doctrine des quatre éléments trouva encore une large diffusion dans d'autres cercles. Les Pythagoriciens s'en emparèrent et, nous devons le supposer, pour cette raison principale qu'ils pouvaient la rattacher avec succès à leurs théories géométriques préférées. Je crois que lorsque la doctrine d'Empédocle avait commencé à exercer son influence, la plupart des Pythagoriciens au moins ne connaissaient encore que quatre corps réguliers: le tétraèdre, le cube, l'octaèdre et l'eikosaèdre. Ceci admis, il devient clair que le fait d'établir une relation entre ces quatre corps et les quatre éléments était tout à fait conforme à l'esprit de l'école, et nous trouverons on ne peut plus naturel qu'elle se soit encore figuré les différents éléments comme *composés* chacun de particules ayant la forme du corps solide correspondant. Il est également

naturel qu'elle ait établi une correspondance entre le tétraèdre plus aiguë et le feu, entre le cube plus inerte et la terre, tandis que l'octaèdre et l'eikosaèdre étaient identifiés respectivement avec l'air et avec l'eau.¹ Mais une nouvelle découverte mathématique (que peut-être il est trop tôt d'attribuer à Hippiase, ainsi que le font nos documents ou qui, du moins, ne fut généralement connue que plus tard) vint bientôt détruire l'analogie et influencer elle-même sur la doctrine des éléments. Ce fut la découverte du cinquième corps régulier, du pentagone dodékaédrique. Dans les premiers temps les pythagoriciens ne connaissaient certainement pas la démonstration que nous trouvons chez Euclide (VIII, 18), à savoir qu'en dehors de ces cinq corps réguliers, il ne peut pas y en avoir d'autres. Mais le fait d'avoir trouvé effectivement ce cinquième corps impliquait comme conséquence nécessaire ou l'abandon de l'identification des formes géométriques avec les éléments des substances ou l'adjonction à ces éléments d'un élément de plus. C'est cette dernière voie qui a été suivie; et ceci nous montre qu'à l'époque de la découverte du pentagone dodékaédrique l'identification des quatre éléments, feu, air, eau et terre, avec les quatre premiers corps réguliers était déjà un fait profondément enraciné dans l'école. Mais les quatre éléments servaient déjà à expliquer les phénomènes naturels, et il n'était pas commode de détruire les règles désormais reconnues; le cinquième élément demeurerait donc comme un intrus dont on ne savait que faire; mais comme on n'en était pas moins obligé de reconnaître son existence, on lui attribua des positions et des destinations multiples et variées. Nous trouvons la première allusion au cinquième élément chez Philolaüs (postérieur à Empédocle) et le rôle qu'il joue dans la théorie de celui-ci est assez obscur: « Et, en vérité, il existe dans la sphère (du monde) cinq éléments; dans la sphère (terrestre) le feu, l'eau, la terre et l'air; celui qui régit la sphère est le cinquième » (Fr. 12). Ce rôle du cinquième élément, nous le trouverons bien précisé plus tard, chez Aristote. Pour des raisons méta-

¹ C'est l'opinion que, sous l'influence pythagoricienne, nous retrouvons également chez Platon. Se basant sur des raisonnements géométriques (le fait que le tétraèdre, l'octaèdre et l'eikosaèdre ont leurs faces formées de triangles, tandis les faces du cube sont formées par des carrés, et que ceux-ci enfin ne peuvent, en vertu d'une décomposition quelconque, être réduits à des triangles équilatéraux), Platon admet la transformabilité réciproque de l'eau, de l'air et du feu, tandis que la terre serait partie d'elle-même.

physiques (afin d'opposer ce monde sublunaire à l'autre, bien différent et plus parfait) et évidemment aussi parce que, tout en voulant admettre le cinquième élément, il ne savait qu'en faire autrement, Aristote en forme, sous le nom d'*éther*, la substance composant tout l'ensemble des régions célestes.



La théorie d'Empédocle, tout en subissant des transformations et des modifications, fut celle qui a été la plus généralement adoptée par l'antiquité, et plus spécialement sous la forme altérée que lui imprima Aristote. Elle a également dominé durant le moyen-âge chez les Arabes et dans l'Occident. Elle a présidé à la naissance d'autres théories similaires et qui, de plus, s'appuyaient sur les données de l'expérience et de la pratique, données qui devenaient de plus en plus nombreuses, à la suite des travaux utiles des alchimistes. Nous pouvons dire enfin que, aux changements près qu'elle a subis quant au nombre des composants et épousée par la théorie atomistique moderne, elle a servi de base à la théorie chimique fondamentale du XIX^e siècle.

Il nous reste maintenant, pour compléter l'examen du développement des théories des substances chez les présocratiques, à analyser les deux autres théories qui, ainsi que nous l'avons déjà dit, peuvent être considérées comme nées parallèlement à celle d'Empédocle et sous l'influence des mêmes facteurs historiques. Je me réserve de faire de l'examen de cette question l'objet d'un prochain article.

Roma, Università.

ALDO MIELI

(Traduit par M. le Dr. S. Jankelevitch — Paris).

LES UNITES SUPÉRIEURES

ESSAI GÉOGRAPHIQUE

I.

Le dix-neuvième siècle fut un siècle de grandes découvertes. Sans doute, la plupart des côtes importantes du monde et quelques autres de ses principaux traits avaient été relevés dès avant l'aube de ce siècle, mais c'est pendant son cours qu'on explora pour la première fois d'une manière systématique les conditions générales des continents, de l'océan et de l'atmosphère. L'étude soigneuse qui nous révéla un nouveau monde ne porta pas seulement sur les montagnes et sur les plaines, sur les courants de l'air et de l'océan. Ce fut aussi une étude microscopique et télescopique; elle nous a fait connaître de minuscules formes de vie autour de nous et en nous, et de nouveaux mondes, dont quelques-uns invisibles, dans le lointain firmament. Ces découvertes ont révolutionné la vie matérielle et intellectuelle de millions d'hommes, et ont mis l'étudiant du commencement du vingtième siècle dans une position très différente de celle où se trouvait son prédécesseur du dix-neuvième siècle.

Le savant du type le plus commun au dix-neuvième siècle, particulièrement dans la seconde moitié de ce siècle, était celui qui explorait avec soin quelque domaine restreint de la science et décrivait les choses nouvelles qu'il découvrait. Il étudiait, par exemple, les mouvements de quelque étoile peu lumineuse, ou le cours d'une rivière, jusque là mystérieuse, dans un pays inconnu, l'histoire de la vie et l'action de quelque minuscule bacille, ou les propriétés d'une substance nouvellement isolée. Les descriptions s'accumulant peu à peu, des comparaisons devinrent possibles, et l'on tenta des classifications et des interprétations. Par exemple, lorsque les éléments chimiques

eurent été isolés et étudiés l'un après l'autre, la loi périodique fut formulée, appliquée, reconnue exacte, et conduisit à de nouvelles investigations. A mesure que les rocs et leurs fossiles étaient examinés, les idées relatives à une évolution organique se confirmèrent et furent appliquées avec des résultats brillants par les géologues et les paléontologues. Ainsi la méthode analytique qui, disséquant les organismes, les avait séparés en organes, tissus et cellules, et qui avait attaqué les problèmes du protoplasme et jusqu'à ceux des éléments eux-mêmes, en vint à être guidée par des conceptions historiques. On suivit l'évolution de l'individu aussi bien que le développement de l'espèce.

Ces idées ont aussi été appliquées à l'étude de l'homme et des hommes. Heureusement pour nous, ce à quoi nos pères sont parvenus lentement et péniblement, il nous est possible d'arriver à le posséder en un temps plus court, si nous faisons le travail cérébral fondamental. Nous pouvons ensuite ajouter aux résultats qui nous ont été transmis ceux que nous avons nous-mêmes obtenus péniblement, et nos successeurs se les assimileront rapidement. Il n'y a guère lieu de rejeter les vieilles choses en passant aux choses nouvelles, et à coup sûr il n'y a aucunement lieu de critiquer avec dédain ce qui a été fait avant nous. Nous trouvons dans les résultats dus aux longs travaux de nos prédécesseurs la matière brute nécessaire à nos constructions, qui serviront à leur tour de matériaux pour celles de nos successeurs.

Lorsque nous arrivons à l'étude de la Terre elle-même, nous constatons que deux méthodes ont été employées d'une façon régulière à l'élucidation d'un grand nombre des problèmes qu'elle présente: *a)* une méthode reposant sur une analyse de plus en plus minutieuse; *b)* une méthode consistant à dégager les relations historiques. L'emploi de la première est illustré par le développement de la pétrologie, de la minéralogie et de la cristallographie, et celui de la seconde par les progrès de la géologie stratigraphique, de la paléontologie et de la paléogéographie. Le développement d'une géomorphologie évolutionniste dans la géographie peut être comparé à l'expansion de l'embryologie dans la biologie. On constate que les formes des terres présentent un cycle défini aussi bien que les formes de vie, et même qu'elles héritent quelque chose des cycles passés.

II.

L'homme de science de la seconde moitié du dix-neuvième siècle était un spécialiste et un évolutionniste. Il avait porté aussi loin qu'il l'avait pu l'analyse de quelque groupe spécial de substances, ou de forces, ou d'organismes, ou d'idées, et il avait essayé de les décrire comme les dernières phases d'une série ordonnée de transformations. Ses classifications devinrent, naturellement, de plus en plus génétiques, et beaucoup de chercheurs établirent des groupements génétiques de plantes et d'animaux, de races, et même de formes de terres et de formes d'astres. Le problème de l'hérédité fut analysé comme il ne l'avait jamais été auparavant, et l'on peut constater l'influence de ces travaux jusque dans la géomorphologie, où les caractères d'un cycle antérieur sont invoqués pour expliquer quelques-unes des particularités des formes existantes.

Il serait difficile d'estimer trop haut l'importance du développement de ce sens historique, de cette idée d'évolution, qui apparaît presque en même temps qu'ont lieu les révélations de pionniers qui ont exploré des pays jusque là inconnus, et des mondes insoupçonnés, soit infiniment grands, soit infiniment petits. De la sorte, les changements devinrent plus évolutionnistes que révolutionnaires. Cette idée modéra, d'une part, l'optimisme excessif de ceux qui s'imaginaient que le léopard pouvait modifier ses taches, et, d'autre part, elle agit à l'encontre du pessimisme exagéré de ceux qui voyaient une catastrophe dans tout changement. Si elle nous donna l'expression: « la lutte pour l'existence », elle nous fournit également celle-ci: « la persistance du plus apte ».

Il est naturel que la première impression produite sur les anciens naturalistes par la connaissance intime de la vie prolifique des humides forêts équatoriales les ait remplis de cette idée de lutte, et que, vivant à une époque d'expansion extraordinaire de la population et des activités humaines, tous les penseurs habitant des régions industrielles aient été obsédés de cette idée, comme aussi les populations mêmes de ces régions. Sans ces populations, je doute que les idées des naturalistes eussent été acceptées aussi facilement. Elles n'auraient certainement pas pu faire sur le peuple l'impression qu'elles ont faite sur lui si l'expérience populaire avait été autre. Il est digne de remarque que la propagation actuelle de ces idées au

Japon coïncide avec la révolution industrielle qui s'opère dans ce pays, et qu'il en sera de même demain dans l'Inde et en Chine. Il convient également de rappeler ici que c'est un penseur russe, le prince P. Kropotkine, qui a écrit un ouvrage sur *L'aide mutuelle*, laquelle, d'après lui, est plus importante que la lutte pour l'existence.

Là où la vie et les idéals industriels ont manifesté le plus de vigueur, on se rend compte de nouveau de l'importance de l'association; cela tient en partie à l'accroissement des villes, en partie à l'apparition de nouveaux concurrents dans les nouvelles régions industrielles, et en partie à l'interdépendance croissante des différentes parties du monde. Il n'y a jamais eu autant d'associations, ni d'aussi vastes associations, poursuivant divers buts, soit publics, soit privés, qu'il y en a aujourd'hui. Beaucoup d'entre elles ne sont pas dues primitivement à des intérêts ou à des idéals historiques ou ethniques, mais à des intérêts ou à des idéals économiques provenant du milieu. Les associations du capital sont de plus en plus internationales, et celles du travail tendent à le devenir, tandis que les congrès visant des buts scientifiques deviennent nombreux. Les financiers, qui ne sont d'aucun pays mais les exploitent tous, sont les hommes les plus puissants d'aujourd'hui. Bien entendu, le travail ne possède aucune association semblable à celles du capital, quoique le syndicalisme ait pris naissance en partie comme contre-association. Il y a toutefois des points de vue optimistes aussi bien que des points de vue pessimistes; ceux qui se mettent à un point de vue optimiste tiennent compte de la manière dont les nouveaux idéals de synthèse, de sympathie et d'aide mutuelle jouent les rôles principaux, les rôles que jouaient l'analyse, la lutte et le progrès individuel dans les idéals des dernières décades du siècle passé.

III.

Nous voyons donc qu'au dix-neuvième siècle on concevait le monde comme un groupement ordonné d'objets inorganiques et organiques, dont chacun formait un sujet spécial d'étude et avait eu son histoire propre.

Dans le monde biologique, on groupait par espèces et par genres, dont chacun avait son histoire propre; les individus existants étaient « parents par le sang » - parents plus ou moins proches. Dans le monde de l'homme, les groupes étaient

supposés être ethniques; les historiens et les hommes d'État étaient dominés par ces idées, et, dans certains cas, combattaient pour elles.

Cela était justifié dans une certaine mesure, car il y a souvent beaucoup d'unité ethnique dans les grandes agglomérations d'hommes. Malheureusement pour les hommes politiques, ces groupes ethniques ne coïncident pas avec les divisions politiques, passées ou présentes, de l'Europe. Nous savons que, au point de vue de la race, les Alsaciens sont alliés aux Auvergnats aussi bien qu'aux Bavarois, et sont aussi éloignés des Prussiens et des Normands que des Provençaux. Pour les problèmes qui se présentent tous les jours, les divisions ethniques ont donc moins d'importance que les groupements économiques et culturels, quelque valeur qu'elles aient pour l'analyse historique. La nation moderne est principalement un groupe économique et culturel; elle n'est que secondairement un groupe ethnique.

Les groupements de plantes qui sont de première importance ne sont pas spécifiques, mais associatifs. La conception que les associations et les formations de plantes sont les groupements de plantes les plus importants a donné une nouvelle vie à la botanique. Cette idée d'unités associatives s'étend graduellement des associations et des formations simplement botaniques aux associations et aux formations biologiques, et cette extension promet beaucoup. C'est le commencement de la reconnaissance nette de groupes complexes, dont les éléments ont entre eux des relations spatiales, et de la tentative de décrire leur composition et leurs activités. Cette extension ne peut pas s'arrêter ici, car les autres choses contenues dans l'espace où existent ces groupes ne sont pas négligeables. C'est ici qu'intervient le géographe moderne.

IV.

Le géographe moderne s'est développé graduellement. Il a commencé par prendre plaisir aux récits des voyageurs, puis il s'est mis à étudier les conditions et les mœurs de tous les pays. Il a entrepris de faire des travaux de comparaison sur la distribution géographique de diverses choses à mesure que les spécialistes qui les étudiaient élaboraient leurs observations de façon à leur donner une forme qui permît de les représenter sur une carte. Lorsqu'il connut mieux ces diverses

conditions, faisant un grand emploi de sa merveilleuse notation cartographique, la plus compréhensive et la plus claire que l'homme ait encore imaginée, il trouva que certaines relations entre les distributions de différents phénomènes étaient invariables. A ce stade, le géographe considéra que ses travaux ne devaient pas être simplement descriptifs, mais aussi scientifiques. Il s'adonna à l'étude des distributions de diverses formes et de différentes forces sur la surface de la Terre, et de leur interrelation.

Les marins, les soldats et les explorateurs lui donnèrent des cartes où étaient marquées avec plus ou moins de précision les côtes et les rivières, les villes et les routes; ils lui fournirent des renseignements moins exacts sur les traits physiques de la Terre, et des renseignements clairs sur ses divisions politiques. Les cartes physiques ont été constamment perfectionnées, et l'on y a indiqué les conditions géologiques, hydrographiques, climatologiques et biologiques. La densité de la population, la distribution des métiers, des races, des langues, des conditions religieuses et de beaucoup d'autres conditions humaines ont été soigneusement marquées sur les cartes. Il existe beaucoup de matières premières, mais sous une forme souvent assez imparfaite et incomplète, pour l'étude de la distribution des formes ou des conditions.

Cette étude de la distribution géographique de différents phénomènes était nécessaire avant que le géographe pût commencer l'étude des problèmes plus élevés que présente le sujet. Non pas qu'ils fussent inconnus. La question du milieu n'avait jamais été laissée tout à fait de côté par les penseurs, bien qu'on y ait peut-être attaché plus d'importance à la fin du dix-huitième siècle qu'à la fin du dix-neuvième. C'était ordinairement le botaniste ou le zoologiste ou l'humaniste qui en entreprenait l'examen du point de vue de quelque problème particulier relatif à la branche qu'il cultivait. Ces spécialistes proposèrent beaucoup de théories ingénieuses. Mais, faute de descriptions systématiques et d'une classification des milieux, ces théories étaient incomplètes quand elles n'étaient pas inconcluantes. On sentit bientôt le besoin d'une étude approfondie du milieu, et la tâche du géographe fut alors déterminée d'une façon plus systématique: elle devait consister à étudier les conditions physiques de la surface de la Terre, et la réponse des formes organiques à ces conditions.

Il n'y a pas le moindre doute au sujet du pas qu'il convient de faire ensuite, bien que certains trouvent ce pas difficile à faire. Pourquoi séparer les organismes de leur milieu? Les associations de plantes ne pourraient pas exister sans un milieu physique. Les éléments physiques et les éléments organiques ne sont que des parties d'un tout. L'unité supérieure n'est pas physique, ni biologique, mais géographique.

V.

Les genres et les espèces ne sont pas des unités concrètes visibles, mais des groupes d'individus reliés ensemble historiquement. Même une association de plantes, bien que se rapprochant davantage d'une pareille unité visible, n'est pas complète en elle-même. Une forêt, par exemple, est plus qu'une association d'arbres et d'autres plantes. Elle a sa base dans les rochers, sa couverture — le sol — son air ambiant, l'humidité qui la pénètre et les rayons du Soleil, qui agissent sur elle d'une façon rythmique. La véritable unité géographique concrète comprend tous ces éléments. Une unité qui ne les renfermerait pas tous ne serait pas complète. L'unité complète est un espace continu situé aux limites extérieures des couches solides de la Terre, avec tout son contenu, solide et fluide, inorganique et organique.

Il n'y a pas de termes satisfaisants pour de pareilles unités. Nous les désignerons provisoirement sous les dénominations de localités, de districts, de régions, de groupes de régions ou provinces, dans l'ordre de complexité et de grandeur croissantes. Chacune de ces unités a sa forme propre et ses activités propres. Le nombre des formes et des activités diverses diffère beaucoup quand on passe de la grande uniformité des plaines à l'infinie variété des montagnes; il y a beaucoup de formes intermédiaires. Tant que le jour et la nuit se succèdent, il y a nécessairement quelque changement rythmique en toutes choses; mais sous ce rapport aussi il y a des différences quand on passe de l'invariabilité comparative des champs de glace polaires aux phases diurnes régulières, mais autrement invariables, des forêts équatoriales et aux innombrables surprises journalières et saisonnières de nos régions tempérées, où cela n'est pas une licence poétique de parler de l'humeur changeante de la nature.

On a proposé de donner le nom de macro-organisme à cette unité complexe; les rocs seraient le squelette, relativement stable, de cet organisme; le sol en serait la chair; la végétation, avec les parasites animaux, en serait l'enveloppe épidermique, et l'eau figurerait le sang nécessaire à sa vie, sang toujours en circulation, étant mis en mouvement automatiquement, suivant des rythmes diurnes et saisonniers, par l'immense cœur que représente le Soleil. Si cet organisme avait son cœur de feu en dedans de lui, la comparaison serait plus exacte; si ses limites, en haut et en bas, à droite et à gauche, étaient plus nettement déterminées, il serait plus simple. La difficulté toutefois est assez semblable à celle que nous éprouvons à fixer les limites précises de la plupart des organes dans un organisme individuel: celles d'une jambe, ou d'un bras, ou d'une joue. C'est peut-être en considérant la Terre comme un individu, et en regardant ces régions, ces districts, ces localités géographiques comme représentant des organes, des tissus et des cellules, que nous nous approcherons le plus d'une comparaison utile. Heureusement, si une pareille comparaison peut nous guider, elle n'est pas essentielle, et il n'est pas besoin d'insister sur ce point. Ces unités existent. Il est de la plus haute importance qu'on le reconnaisse. Leurs noms sont choses secondaires.

VI.

Dans la classification de ces unités supérieures, nous pouvons choisir arbitrairement tel ou tel élément comme caractéristique, de même que Linné choisit les étamines pour classer les plantes à fleurs; ou bien nous pouvons adopter un « système naturel », et tenir compte de toutes leurs formes et de toutes leurs qualités. Nous pouvons diviser le monde en régions structurales, en régions orographiques, en régions hydrographiques, en régions climatiques, en régions biologiques et en régions anthropologiques. Chacune de ces divisions est inestimable pour celui qui étudie ce sujet. Elles sont toutes également inestimables, elles sont toutes nécessaires pour le géographe. Nous devons les examiner soigneusement avant de tenter de déterminer les régions géographiques naturelles. Comme les divisions structurales, climatiques, biologiques et autres sont, dans bien des cas, presque concordantes, il est possible d'obtenir une classification naturelle répondant d'une

façon très satisfaisante aux besoins de la géographie en insistant sur deux ou trois d'entre elles.

Dans la pratique, le mieux est de choisir 1. le relief comme indication de la structure et des processus qui ont modelé le squelette des formes de la surface, et 2. la végétation comme expression de la qualité, de la qualité du climat et de la qualité du sol, car c'est par la végétation que la vie animale en général et la vie humaine en particulier sont liées le plus étroitement aux éléments non vitaux.

Dans les ouvrages modernes sur la géomorphologie, on insiste beaucoup, et avec raison, sur l'histoire des formes des terres, et l'on tente de les classer au point de vue génétique. Cette manière de faire présente un grand avantage, et elle a conduit à une précision et à une délicatesse d'observation inconnues auparavant. Il est nécessaire qu'un géographe sache voir et interpréter les formes d'un pays, puisqu'il doit reconnaître et interpréter l'unité plus complexe dont ce pays n'est que le squelette. Pour le but que nous poursuivons en ce moment, il suffit de grouper les différents types de squelettes régionaux en variétés: plaine, plateau, côte, montagne d'architecture plissée et hautes terres dénudées — variétés qui sont modelées par différents agents de dénudation. Dans la classification des formes des terres, il faut tenir compte du climat aussi bien que de la structure.

Nous avons aussi à examiner l'enveloppe superficielle des formes des terres. Les principaux types de végétation peuvent être groupés en cinq classes: forêt, parc, gazon ou herbes, maquis et désert. Ici encore, il faut considérer le climat; il joue un rôle plus important que le sol dans la détermination des grandes divisions. C'est seulement quand il s'agit de subdivisions, d'aires où les conditions climatiques sont assez uniformes, que l'on doit donner la première place au sol.

Parmi les différents éléments climatiques, la pluie et la température sont les plus manifestement importants. Si l'une ou l'autre est insuffisante, la végétation est maigre; si toutes deux sont excessives, elle est luxuriante.

Le relief et la structure, la température et la pluie, le sol et la végétation, tout cela doit être pris en considération dans la classification des régions naturelles. Par exemple, le contraste entre la montagne et la plaine est un contraste entre la diversité et l'uniformité du climat et de la végétation, aussi

bien qu'un contraste entre un relief varié et un relief uniforme de la surface. Cependant plus on examine chacun de ces éléments, plus il devient difficile de penser à la montagne ou à la plaine comme ayant une seule caractéristique, et plus on sent que chacun des éléments qui constituent l'une et l'autre est essentiel et doit entrer en ligne de compte.

Si la carte ci-jointe des grandes régions est basée sur l'examen de tous les éléments de chaque région, la classification adoptée repose essentiellement sur la détermination de zones de température (1-5) divisées suivant les méridiens par des aires différant sous le rapport des quantités de pluie qui y tombent;¹ ces zones sont en outre partagées en aires régulières et en aires irrégulières par les grands massifs de montagnes qui s'élèvent à différentes hauteurs (*d* et *e*), formant des régions à part. Les conditions très diverses de leur surface, de leur climat et de leur végétation, dont les éléments se pressent les uns contre les autres, différencient les massifs de montagnes de toute plaine étendue se trouvant à leur base, même quand un grand nombre des plantes des vallées basses sont les mêmes que celles des plaines.

Toutefois les plaines peuvent différer beaucoup les unes des autres, même quand elles sont situées à des latitudes peu différentes. Elles sont humides et ont une température égale si elles sont du côté d'un continent qui est exposé au vent; elles sont sèches et ont ordinairement des températures extrêmes si elles sont du côté qui est abrité du vent; et, si elles se trouvent à l'intérieur, elles sont ordinairement sèches et fraîches dans une saison et humides et chaudes dans une autre, plus particulièrement dans les pays où règnent des moussons, et dans d'autres où il y a un rythme climatique saisonnier bien marqué. Sur la carte, sauf à l'équateur, la région côtière occidentale d'une zone thermique est marquée d'un (*a*), la région côtière orientale, d'un (*b*), les basses terres intérieures, d'un (*c*), les hautes terres ou les régions montagneuses, d'un (*d*), et, quand elles sont d'une altitude exceptionnelle, d'un (*e*). Cette notation est simple et facile à retenir. Une région côtière occidentale fraîche, tempérée, à température égale, située dans l'hémisphère nord, dans la zone où règne le tempétueux vent d'ouest, et recevant de la pluie dans toutes les saisons, est

¹ Voir *Major Natural Regions*, « *Geographical Journal* », vol. XXV, page 30: et *Handbook of Geography*, vol. I, Th. Nelson & Sons, London.

marquée 2a; les régions plus chaudes, qui s'étendent immédiatement au sud de celle-ci, et qui ont des pluies en hiver



et de la sécheresse en été, sont marquées 3a; les régions plus sèches et plus chaudes qui avoisinent le tropique sont marquées 4a. Dans la zone équatoriale, où il y a peu de changements sous le rapport de la température et de la pluie, on ne

distingue que deux sortes de régions, celles dont la surface est relativement uniforme, 5a, et celles dont la surface est relativement accidentée, 5b.

S'il est intéressant et important de comparer d'abord les ressemblances des régions du même type, il est également intéressant et utile d'examiner leurs différences. Ainsi la région située au nord-ouest de l'Europe est plus grande, plus productive et plus peuplée que toute autre variété de ce type de région naturelle. Les régions côtières de la Norvège et de la Colombie Britannique ont entre elles de nombreuses ressemblances, et la partie méridionale du Chili leur ressemble beaucoup plus qu'à la Tasmanie ou à la Nouvelle Zélande, qui n'ont pas, comme elles, une frange d'îles. Mais aucune des autres variétés de ce type n'a une aussi grande superficie de basses terres que les Îles Britanniques et les pays situés de l'autre côté des « mers étroites ». Les autres variétés ne présentent pas non plus de groupements aussi commodes. C'est en Amérique que nous trouvons les variétés qui ressemblent le plus au nord-ouest de l'Europe. Ces variétés sont constituées par l'Île de Vancouver et par le Sound de Puget; mais tout y est à une échelle beaucoup plus petite.

Le type de région méditerranéen (3a) est aussi beaucoup plus grand dans le nord de l'Ancien Monde qu'ailleurs. Son climat remarquable, qui comporte des étés secs et des hivers humides, et sa végétation, qui est adaptée à ce climat, sont cause qu'on le reconnut de bonne heure comme un type particulier. Sa longue histoire et sa grande influence sur la civilisation des peuples européens font qu'il a partout une importance particulière pour tous ceux qui étudient les choses humaines; mais il faut faire remarquer que les généralisations fondées sur les expériences faites dans la région méditerranéenne demandent à être mises à l'épreuve dans d'autres types de région, où le milieu est différent, avant de pouvoir être acceptées comme ayant une validité universelle. Les autres variétés de cette région sont également petites; mais elles forment les parties les plus précieuses des régions littorales de l'Amérique qui sont baignées par l'Océan Pacifique.

Sur la côte orientale, le type chaud et tempéré de région naturelle, 3b, est le plus important. A ce type appartiennent la Chine, la partie orientale des États-Unis, le sud du Brésil et la partie la plus humide du bassin du Rio de la Plata.

Natal et le littoral de la Nouvelle Galles du Sud sont aussi des variétés de ce type.

La Chine et la partie orientale des États-Unis sont de beaucoup les plus intéressantes. Les conditions géographiques y sont fort semblables; mais les peuples qui s'y trouvent sont essentiellement différents tant au point de vue ethnique qu'au point de vue social. Il sera probablement possible de découvrir, et peut-être même d'évaluer, par l'observation de quelques générations, l'importance relative de l'hérédité ethnique et de l'hérédité sociale, et en même temps l'adaptation économique et morale au milieu.

Les régions où règnent des moussons et celles qui contiennent des savanes, 4b et 4c, sont les régions intertropicales les plus importantes. Il n'est pas nécessaire d'en faire ici l'analyse, ni d'examiner les subdivisions des régions naturelles les plus importantes, telles que 2b, par exemple, dont une subdivision est constituée par des régions forestières à conifères décidus.

Dans sa *Geographie des Welthandels und Weltverkehr* (Jena, 1911), le Professeur Friedrich, de Leipzig, a analysé avec beaucoup de soin et d'habileté les productions économiques de ces différentes régions naturelles. Il y donne (pages 80-83) un résumé où nous avons choisi les détails intéressants qui suivent pour montrer le grand avantage qu'il y a à diviser de cette manière la surface de la Terre.

POURCENTAGE DE LA PRODUCTION TOTALE DU MONDE EN:

	2a	2b	2c	3a	3b	3c	4b	4c
Moutons	15	5	20	13	6	20	21	très peu
Gros bétail . .	13	10	18	4	8	101	24	10
Avoine	33	20	44	2	—	1	—	—
Seigle	30	4	62	2½	—	—	—	—
Froment	18	11	40	13	21	61	11	—
Maïs	1	33	201	5½	201	151	41	—
Riz	—	—	—	1	40-45	—	42	—
Vin	37	—	8	53	—	—	—	—
Huile d'olive . .	—	—	—	la presque totalité	—	—	—	—
Lin	—	—	87	—	—	—	—	—
Coton	—	—	—	0,7	71	4	12	2,2
Soie	—	—	—	30	—	—	14,8	—

VII.

Comme tant d'autres, cette classification, cette notation commode, n'est précieuse que pour ceux qui ne la substituent pas à la réalité qu'elle représente, mais savent sentir cette réalité. Elle provoque les analyses et les comparaisons, et fait voir des ressemblances fondamentales, et non seulement superficielles, entre des régions situées dans différentes parties du monde. Le fait important, c'est qu'il existe différentes régions qui, bien que très éloignées les unes des autres, sont essentiellement du même type; ou, en d'autres termes, qu'il y a une classification naturelle pour les subdivisions de la surface de la Terre.

La reconnaissance du fait qu'il est possible de diviser la surface de la Terre en régions naturelles qui peuvent être classées en types est plus importante pour le moment que la question de savoir si l'on a choisi le mieux possible les régions naturelles. Quand on connaîtra mieux les faits, on établira sans doute de meilleures divisions, on en établira certainement de plus précises. Ce qu'il importe plus immédiatement de faire dans cet article, c'est d'examiner une ou deux des nombreuses conséquences qu'entraîne la reconnaissance de ces unités supérieures.

Elle a donné, pour premier avantage, un pouvoir nouveau de saisir les faits. Elle a conduit, comme l'a fait en biologie une classification rationnelle des plantes et des animaux, à une connaissance plus exacte de tout le domaine de la géographie par l'étude attentive des types. Elle a eu une grande influence sur l'enseignement de cette science. Grâce à elle, non seulement on gagne du temps, mais encore on acquiert une connaissance plus exacte du monde; la mémoire n'est plus surchargée d'une pléthore de noms de lieux; l'élève peut, au lieu de réciter des noms, donner quelques indications sur les paysages et les circonstances de la vie dans les diverses régions de la Terre. Pour lui, le monde devient réel, et les noms qu'il a appris lui rappellent des scènes réelles. Il est forcé de faire des comparaisons et de chercher les raisons des ressemblances et des différences. L'étude de la géographie cesse d'être une simple affaire de mémoire.

Il y aura toujours une difficulté: cette difficulté consiste en ce que les spécimens géographiques ne peuvent pas être

transportés; c'est nous-mêmes qu'il faut transporter si nous voulons les voir; autrement nous devons nous fier aux descriptions, aux dessins, aux photographies, aux cartes, etc. Toutefois il y a toujours une partie de la Terre que nous pouvons examiner par nous-mêmes: c'est le district où nous vivons. Si la géographie n'enseignait pas autre chose à l'enfant qu'à voir, à connaître et à aimer son district, elle serait déjà un instrument d'éducation d'une valeur inestimable. Mais elle peut faire plus. Elle peut amener l'enfant à concevoir des variétés du type de district où il demeure, et de là à saisir en partie quelques-unes des caractéristiques les plus nettes de types de district tout à fait différents. Grâce à elle, l'enfant peut comprendre que d'autres conditions de vie, d'autres modes de travail et de pensée que ceux qui lui sont familiers semblent naturels aux habitants de ces districts. Ce sont peut-être là les plus grands services que rende la géographie sous le rapport de l'éducation. Les avantages que tirent de son étude l'économiste, le négociant, l'administrateur et l'homme d'État sont également manifestes.

VIII.

Dans toutes les branches d'études se rapportant à l'homme, il faut tenir compte du milieu, et la découverte de tout moyen permettant de mieux examiner et de mieux classer les milieux est nécessairement d'une grande importance. Mais on demandera peut-être quel est le rôle de l'homme dans une région géographique. On le considère trop souvent comme une chose à part, ou tout au plus comme un agent actif dans un milieu passif. C'est le traiter d'une manière incomplète que de le traiter ainsi. Assurément nous sommes loin de l'époque où l'on se querellait sur la question de savoir si l'homme est dominé par l'hérédité ou par le milieu. Il est influencé par l'une et par l'autre; il fait partie, pour ainsi dire, de l'une et de l'autre. Nous sommes habitués aujourd'hui à le regarder comme n'étant qu'un aspect fugitif d'un tout changeant, d'un tout du passé duquel nous ne pouvons retrouver qu'une faible fraction, et de l'avenir duquel nous ne pouvons prévoir qu'une fraction plus faible encore. Nous n'en sommes pas encore arrivés à le regarder comme n'étant qu'une petite partie d'un tout complexe dont l'action sur lui ne peut se déterminer que très imparfaitement.

Si la région géographique est un macro-organisme, les hommes sont ses cellules nerveuses. Dans quelques-unes des immenses créatures auxquelles nous assimilons les régions, cette collection d'unités humaines est plus ou moins amorphe; c'est une multitude disséminée de cellules nerveuses non différenciées, une partie peu importante du tout. Dans d'autres, elle est bien organisée; elle est spécialisée de telle sorte qu'elle en forme une partie essentielle, ayant mis sa marque sur toute sa surface; en fait, elle y joue un peu le rôle d'un système nerveux supérieur. Mais elle ne doit ni plus ni moins être envisagée indépendamment du reste de ces léviathans que le système nerveux ne doit être envisagé indépendamment du reste de l'organisme dont il est un élément essentiel. Pour faire des recherches, il est souvent nécessaire de l'envisager seule; mais si l'on veut comprendre parfaitement l'organisme ou le macro-organisme, il ne faut pas en séparer le système nerveux, ou la société humaine.

On ne doit jamais pousser trop loin les analogies. L'histoire ou le cycle de la vie d'une de ces régions naturelles n'est identique à l'histoire ou au cycle de la vie d'aucune cellule, d'aucun organisme. Sa naissance, sa croissance et sa décadence matérielles et psychiques ont un caractère tout différent, et, si l'étude des cycles de la vie de formes simples éclaire les cycles de la vie de formes plus grandes et plus complexes, il est tout à fait insuffisant de résumer simplement ceux-ci en termes de ceux-là. Ils doivent être étudiés en eux-mêmes, tels qu'ils sont.

Le but de cet article était de montrer qu'il existe de pareils léviathans, constitués par des régions entières, et que chacun de nous fait partie de l'un d'eux. La personnalité de ces léviathans, comme la personnalité des hommes, est une autre question.

Oxford, University.

A. J. HERBERTSON

(Traduit par M. E. Philippi, licencié ès sciences — Paris).

L'ÉVOLUTION DU RAISONNEMENT

DEUXIÈME PARTIE.

De l'intuition à la déduction.

Dans la première partie de notre travail sur l'évolution du raisonnement, nous avons vu comment l'on passe du raisonnement concret au raisonnement abstrait en découvrant dans les objets ou phénomènes divers, même les plus différents les uns des autres au point de vue de la perception, ces qualités ou attributs qui les rendent équivalents par rapport à la production du phénomène donné auquel l'on tend au moyen de la série d'opérations ou d'expériences, simplement pensées, qui constituent le raisonnement lui-même. Et nous avons dit que, parallèlement à ce passage des formes concrètes aux formes toujours de plus en plus abstraites, et en conséquence de ce passage, le raisonnement va aussi en acquérant une complexité toujours plus grande et une capacité d'application toujours plus étendue, qui, partant des toutes simples premières intuitions, le fait aboutir aux procédés déductifs les plus compliqués de la science. C'est justement de ce second aspect de l'évolution du raisonnement que nous devons nous occuper dans cet article.

Il convient, dès lors, de nous arrêter un instant à rechercher ce qu'est à proprement parler l'« intuition », cette fameuse intuition, qui fait tant parler d'elle dans le camp psychologique comme dans le camp philosophique, et sur laquelle on élève des opinions et l'on construit des doctrines si disparates, souvent tout à fait contradictoires, toujours plus ou moins confuses.

I.

Si l'on observe bien certains cas parmi les plus typiques que tout le monde pourrait s'accorder à désigner sous le terme d'intuition, il apparaîtra sans difficulté que, par ce terme, on comprend, en substance, simplement, *n'importe quelle constatation nouvelle qui surgit imprévue et spontanée*; c'est-à-dire qui arrive sans recherche préalable ou observation intentionnelle, sans être précédée par des tentatives répétées de vérification préalable, qui échouent d'abord, puis qui réussissent, sans avoir besoin de l'impulsion et du contrôle continuel d'un état correspondant d'attention.

Souvent, par exemple, l'intuition est la simple constatation d'un fait, ou d'un attribut quelconque d'un objet, ou d'un rapport entre des phénomènes, fait, attribut ou rapport demeuré jusqu'ici non observé et non soupçonné, et cette constatation se produit à un moment donné tout d'un coup, bien que, dans les circonstances extérieures, il n'y ait rien de changé, par suite du fait que, maintenant, la présence de ces circonstances extérieures habituelles coïncide fortuitement avec le réveil d'un état affectif particulier de l'observateur qui fait apercevoir à celui-ci tout ce qui l'intéresse alors pour la première fois. C'est ce qui arrive, en substance, également dans tout et n'importe quel acte de « perception »: des qualités sensibles infiniment nombreuses d'un objet, on ne découvre que celles qui intéressent telle ou telle autre affectivité; et d'autant plus nombreux sont les points de vue affectifs différents sous lesquels on examine l'objet, d'autant plus complète, ou, pour mieux dire, d'autant moins incomplète en résulte la « perception ». La découverte imprévue d'un attribut nouveau dans un objet qui nous est déjà familier n'est qu'un complément ultérieur de la perception du même objet, qui arrive par suite du fait que l'observateur se trouve par hasard sous un point de vue affectif pareillement nouveau.

Ainsi Galilée découvre par « intuition », à la vue de la lampe que tant d'autres avant lui et lui-même avaient tant de fois déjà certainement vu osciller dans le passé sans y découvrir rien d'intéressant, l'isochronisme du pendule. Intuition évidemment due à la coïncidence fortuite du fait extérieur habituel et d'une préoccupation de son esprit, préoccupation de nature affective, relative à la mesure du temps.

Considérons toutefois qu'un observateur qui se serait proposé d'observer *attentivement* comment la durée des oscillations variait avec la diminution graduelle de l'amplitude de ces dernières, — ce qui aurait impliqué une préoccupation affective du même genre, — aurait fini tôt ou tard par constater lui aussi, non plus par un pur hasard, mais avec certitude, la propriété elle-même. Et la nature de cette constatation, due à l'observation attentive, n'aurait en rien différé de la précédente, due à l'intuition.

Rentrent également dans la catégorie particulière d'intuitions, que nous examinons en ce moment, les constatations qui constituent ce qu'on appelle axiomes et postulats; le caractère purement empirique de ces derniers n'étant plus désormais, à la suite de nombreuses discussions, contesté par personne.¹

Et de même l'intuition ou la découverte de ces axiomes et postulats est toujours provoquée par un intérêt en jeu :

Un basset, par exemple, avait l'habitude tous les matins de faire déboucher un lapin à l'une des extrémités d'un massif d'arbustes en forme de fer à cheval et de le poursuivre tout le long du bord concave du massif, à l'extrémité duquel le lapin, plus rapide que le chien, arrivait toujours à se dérober par un ancien fossé. Un beau jour cependant, le lapin ayant été comme de coutume déniché, le chien courut droit au fossé, en suivant la corde de l'arc au lieu de l'arc lui-même, qui fut au contraire suivi comme de coutume par le lapin, et, étant arrivé avant ce dernier, il l'attendit et l'attrapa.²

Un autre chien, poussé par le désir de retrouver son maître, a l'intuition de l'axiome que, s'il y a seulement trois alternatives, et si deux se trouvent exclues, il reste nécessairement la troisième : « Un chien, en suivant la piste de son maître le long d'une rue, arriva à un point où trois rues allaient dans des sens divergents. Flairant le long de deux de ces trois rues, et ne retrouvant la piste dans aucune des deux, il enfila immédiatement la troisième rue sans s'arrêter à flairer encore celle-là ».³

¹ Cfr. p. ex., la polémique de Stuart Mill avec Whewell : J. STUART MILL, *A System of Logic ratiocinative and inductive*, Seventh Edition, Longmans Green Reader and Dyer, London, 1868, Vol. I, Book II, Chap. V, §§ 4-6, pag. 258-278.

² GEORGES I. ROMANES, *Animal Intelligence*, Seventh Edition, Kegan Paul, Trench, Trübner & Co., London, 1898, pag. 461.

³ ROMANES, *ibid.*, 457.

C'est d'une façon analogue que, dès les temps les plus reculés, le plus humble des pasteurs aura bien eu souvent l'occasion de constater que toutes les tentatives pour constituer une barrière au moyen de deux troncs droits de sapin ou d'une autre espèce d'arbre, en les disposant en angle, quelle que fussent la grandeur de cet angle et les longueurs des deux poutres, étaient entre elles équivalentes par leur incapacité d'arriver à clore le troupeau.

Tandis que, probablement, c'est à la constatation que, pour passer d'une classe de phénomènes équivalents à une autre classe de phénomènes également équivalents, mais opposés aux premiers au point de vue affectif, on passe par un phénomène unique de transition, qui n'appartient ni à l'une, ni à l'autre classe, — comme c'est le cas, par exemple, pour le bras du levier ou de la balance par rapport à sa propre projection horizontale, — c'est à cette constatation, bien probablement, qu'est due originairement la première intuition de tous les postulats de « transition », parmi lesquels le fameux postulat qui dit que par un point on ne peut mener qu'une seule parallèle à une droite.

De l'intuition en tant que constatation pure et simple d'un fait ou attribut quelconque, qui se trouve, pour ainsi dire, sous nos yeux, — à laquelle appartiennent les exemples qui viennent d'être rapportés, — on passe ensuite de degré en degré à l'intuition en tant que constatation qui arrive à la suite d'une combinaison mentale, le plus souvent fort simple, d'expériences simplement pensées; combinaison qui se produit en nous d'un seul jet et spontanément, sous l'impulsion d'une affectivité unique, sans aucun contrôle de correction exercé par un état d'attention correspondant; c'est-à-dire sans qu'il y ait aucune affectivité secondaire qui retienne, pas même un instant, l'impulsion de la première.

C'est à ce genre d'intuition qu'appartiennent fort probablement, ainsi que nous l'avons vu dans la première partie de notre travail sur l'évolution du raisonnement, la majeure partie des « Gedankenexperimenten » des animaux. Et c'est à ce genre qu'appartenait la combinaison d'expériences simplement pensées, rappelée dans notre autre travail sur le raisonnement, qui a pu amener l'auteur de ces lignes de prime abord et en un instant, au moyen de l'alignement en file de tous les habitants de Londres selon le nombre croissant de

leurs cheveux, à la constatation mentale de l'existence dans cette métropole de plusieurs individus avec juste le même nombre de cheveux.

Un peu de « réflexion » fut réclamée, au contraire, par l'autre combinaison mentale d'expériences, du reste complètement analogue à la précédente, au moyen de laquelle je me rendis compte, la première fois que je la vis énoncée, de la loi d'équilibre radioactif, c'est-à-dire de la proportionnalité entre les quantités des divers éléments radioactifs, présents dans le minéral, et les durées respectives de leurs vies moyennes. Combinaison qui consista dans le fait de me représenter, dans un but de comparaison matérielle, une série de récipients cylindriques de base égale, ayant le long d'une directrice une fente partant du fond et d'une largeur différente de récipient à récipient; de supposer ensuite ceux-ci mis en colonne l'un sous l'autre, et celui du haut sous un robinet à débit constant, de façon que l'eau fuyant par la fente de l'un tombât toute dans celui de dessous, puis de celui-ci dans le suivant, et ainsi de suite; et d'attendre que s'établît l'« état stationnaire » ou équilibre dynamique, dans lequel justement l'eau se maintiendrait à une hauteur constante dans chaque récipient, différente de l'un à l'autre selon la largeur de la fente.

Cette combinaison mentale, tout simple qu'elle soit elle aussi, exigea, comme nous disions, à la différence de l'autre, un peu de « réflexion », soit parce qu'il ne se présenta pendant quelque temps à mon esprit aucune combinaison d'aucune sorte, soit parce que les premières combinaisons qui commencèrent ensuite à se présenter se montrèrent inaptes à me conduire au but cherché. Mais les deux combinaisons ne cessent pas, pour cela, d'être entre elles identiques en tout ce qui touche la nature des éléments mentaux employés et de la constatation atteinte. Toute la différence réside en ce que, dans la combinaison « pondérée », la combinaison qui conduit à la constatation mentale qu'on a en vue est atteinte seulement au moyen de tentatives répétées, dont nombreuses sont celles qu'on repousse avant que se présente celle qui convient et qui devient l'élue; tandis que, dans la combinaison qui se produit « par intuition », l'« idée heureuse » se présente par hasard juste la première et devient dès lors immédiatement l'élue.

Mais c'est au moyen, précisément, de tentatives répétées,

poursuivies avec tenacité, que le raisonnement fait avec réflexion arrive à soustraire en grande partie au « hasard » l'obtention du résultat désiré, alors que c'est à la merci du hasard que cette obtention même est au contraire laissée, lorsqu'on ne fait recours qu'à la simple intuition.

D'autres fois encore, l'intuition ne fait que nous conduire à la constatation de la validité générale d'une démonstration particulière : « Kroman s'est demandé, écrit Mach, comment une démonstration faite sur une figure spéciale, par exemple sur un triangle donné, peut nous paraître valable en général. Il admet que cela dépend du fait que, en faisant rapidement varier la figure par la pensée, nous lui faisons prendre toutes les formes possibles, et ainsi nous nous convainquons de la validité du résultat pour tous les cas spéciaux. L'histoire et l'introspection nous enseignent que l'idée, dans sa substance, est juste. Nous ne pouvons cependant admettre avec Kroman que tout individu qui s'occupe de géométrie réussisse à se procurer chaque fois, « en un instant », cette vision complète et à s'élever à cette clarté et à cette force de la conviction géométrique ».¹

Cette vision « en un instant » qui nous fait constater la validité générale d'une démonstration consiste donc dans le fait d'entrevoir, en un clin d'œil, mentalement, que, au cas où la même série d'expériences, qui a constitué la démonstration elle-même, se trouve répétée sur chacune des figures que, par l'imagination, nous nous représentons différentes, *sous certains aspects seulement*, de celle que nous avons sous les yeux, le résultat reste toujours le même. Dès lors, l'« intuition » consiste, en ce cas, dans des répétitions mentales et instantanées d'autant de séries d'expériences simplement pensées qu'il y a de formes différentes de la figure qui se présentent à notre pensée, chaque série étant fort semblable à la première série d'expériences qui a été effectuée sur la figure particulière dessinée sur le papier ou sur l'ardoise. De sorte que la différence avec l'intuition précédente consiste en ceci : que, dans le cas de l'alignement des habitants de Londres d'après le nombre croissant de leurs cheveux, il y a une seule série, *isolée et fortuite*,

¹ ERNST MACH, *Erkenntnis und Irrtum*, Barth, Leipzig, 1906, pag. 386-387 ; cfr. AUSSI STANLEY JEVONS, *Elementary Lessons in Logic* (First Edition 1870), Macmillan, London, 1909, pag. 219 ; et : J. E. MILLER, *The Psychology of Thinking*, Macmillan, New York, 1909, pag. 197.

d'expériences simplement imaginées ; tandis que, dans l'intuition généralisatrice, il y a un nombre énorme de séries semblables, *se succédant* rapidement l'une après l'autre et toutes *suggérées* par la première. Et c'est elle qui nous fait ainsi acquérir le concept de figures géométriques déterminées, équivalentes par rapport à un résultat donné ou à des propriétés données, — tel que, par exemple, le concept de triangle, — et qui transforme par là le raisonnement concret de l'enfant, au début de ses études de géométrie élémentaire, dans le raisonnement abstrait du géomètre expérimenté.

Mais, comme l'observe justement aussi Mach dans le passage rapporté tout à l'heure, ce n'est pas toujours spontanément et en un clin d'œil, c'est-à-dire par simple intuition, que l'on parvient à cette « vision » généralisatrice d'une démonstration particulière donnée. Fréquemment elle exige, tout en ne changeant rien à sa nature, une certaine dose de réflexion, laquelle, dès lors, finit le plus souvent, cette fois encore, tôt ou tard, par réussir là où l'intuition, n'étant pas favorisée par le hasard, peut au contraire échouer.

D'autres fois, enfin, l'intuition consiste dans le fait de trouver, comme on a coutume de dire, des *analogies* entre des phénomènes jusqu'alors considérés comme entièrement différents ; c'est-à-dire dans le fait de découvrir que des phénomènes, même les plus différents au point de vue de la perception, pourvu qu'ils aient tous un attribut particulier donné, sont équivalents par rapport à un résultat donné à obtenir. La désignation de cet attribut particulier, nécessaire et suffisante pour une semblable équivalence, constitue ce qu'on appelle une loi scientifique ; laquelle permet ainsi d'appliquer à tout un groupe bien plus vaste de phénomènes ou d'objets un ordre donné de connaissances déjà acquis à l'égard d'un groupe moindre. Cette extension de tout ce qu'on connaissait de phénomènes donnés à d'autres phénomènes constitue, comme l'on sait, le fondement de l'*induction*, et, comme on le verra au terme de cet article, c'est ce qui permet l'application toujours plus étendue dans la science de la *méthode déductive*.

A la vérité, cette découverte de nouvelles analogies entre des phénomènes n'est pas un cas substantiellement différent du cas précédent, qui consistait dans la généralisation d'une démonstration, précisément parce qu'elle n'est elle-même rien d'autre, en substance, répétons-le, que la simple constatation

que telles ou telles caractéristiques, et elles seulement, suffisent à rendre équivalents, par rapport à un résultat donné à obtenir au moyen d'opérations déterminées, des objets ou phénomènes différents les uns des autres au point de vue de la perception. Mais une différence notable entre les deux cas consiste dans la diversité bien plus grande des objets ou phénomènes qui peuvent être reconnus comme équivalents, et, spécialement, dans le fait que, à la différence du cas précédent, où il s'agit de généraliser une démonstration particulière déjà menée à bon terme, *ici le résultat à atteindre n'est pas fixé d'avance.*

La différence est si notable, surtout par suite de cette seconde circonstance, que, dans ces découvertes d'analogies entre des phénomènes, l'intuition, qui, plus que jamais, est ici sujette au hasard, peut difficilement être remplacée par la réflexion ; et même, ainsi que nous le verrons dans un instant pour toutes les découvertes vraiment nouvelles en général, l'attention constitue bien plutôt un obstacle. Dans ce domaine, l'intuition et le hasard règnent dès lors en souverains ; et ici, l'éclair inattendu de l'homme de génie vaut plus que le travail de la réflexion infatigable et tenace.

Galilée, par exemple, imagine un corps qui tombe le long d'un plan incliné et qui ensuite, — conformément à tout ce qu'enseignent les expériences effectivement faites naguère, — remonte, grâce à la vitesse acquise, le long d'un autre plan incliné à la même hauteur qu'il était parti. Puis, il imagine une série de plans toujours de moins en moins inclinés, le long de chacun desquels le corps en question arrive à chaque fois à remonter. D'autant plus se rapprochent ces plans du plan horizontal, d'autant moindre est le ralentissement subit du corps, d'autant plus loin et d'autant plus longtemps ce corps continue à se mouvoir. D'un seul coup, Galilée voit alors que, sur le plan horizontal, le frottement étant supposé nul, tout ralentissement cesse et découvre ainsi la loi d'inertie.¹

C'est d'une façon analogue que Newton imagine qu'il lance, du haut du sommet élevé d'une montagne, des pierres avec des vitesses horizontales initiales toujours plus grandes. Il voit la parabole de chute, abstraction faite de la résistance de l'air, s'allonger toujours plus, jusqu'à ce qu'elle ne par-

¹ Cfr. ERNST MACH, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, Siebente Auflage, Brockhaus, Leipzig, 1912, pag. 131, 266.

viennent plus à toucher la terre: la pierre devient alors un satellite gravitant autour de notre globe; et la pesanteur ou accélération terrestre se montre ainsi capable de donner lieu aux mêmes phénomènes de mouvement de la gravitation ou accélération céleste.¹

Évidemment, le « principe de continuité », — c'est-à-dire la tendance à étendre certaines propriétés d'un phénomène, qui ont été vérifiées seulement dans des circonstances données, même aux cas où les circonstances elles-mêmes arrivent peu à peu à se modifier, — ce principe qu'ont suivi dans ces exemples tant Galilée que Newton, est celui-là même que suit le géomètre, quand il imagine de varier graduellement, de toutes les manières possibles, le triangle dessiné qu'il a sous les yeux. Sauf que ce dernier, répétons-le, connaît déjà le but où il doit arriver, c'est-à-dire la généralisation de la démonstration particulière déjà faite; tandis qu'aucune lumière ne brille par avance devant les deux premiers pour les guider dans leurs découvertes immortelles.

En outre, pas toutes les nouvelles « analogies » entre des phénomènes sont susceptibles d'être découvertes moyennant l'application de ce « principe de continuité », même non dirigé. Et pour celles qui se présentent sans même qu'on recoure à cet incertain moyen d'orientation, la part qu'y prend le pur hasard et l'importance qu'y assume l'intuition géniale entièrement spontanée et improvisée deviennent encore plus grandes, tandis que tombe absolument à rien l'œuvre même la plus infatigable de l'attention la plus intense et de la réflexion la plus prolongée.

Par tout ce qu'on vient de dire, nous voyons donc confirmé ce que nous avons plus haut soutenu, à savoir que l'intuition n'est rien d'autre qu'une *vision* ou *constatation* nouvelle, entièrement improvisée et spontanée, qui arrive, soit directement et effectivement, par suite de la coïncidence fortuite de phénomènes habituels donnés avec une préoccupation insolite de nature affective, soit indirectement et mentalement, à la suite d'une combinaison mentale nouvelle, plus ou moins fortuite elle aussi, et dont le résultat est pour ainsi dire « pris au vol » et maintenu devant l'esprit, grâce, ici encore, à un intérêt intense de nature utilitaire ou scientifique.

¹ Cfr. MACH, *ibid.*, 181, 184.

Ce qu'il importe ici de noter, c'est que, en raison de sa nature même, l'intuition est bien loin d'être toujours vraie. Même, si, par un côté, il y a parfois pour elle de grandes probabilités d'être vraie, grâce à la simplicité même du fait observé ou à la simplicité et à la petite quantité des expériences imaginées qui entrent dans la combinaison mentale qui la constitue, inversement elle se trouve d'ordinaire plus considérablement sujette à l'erreur que l'observation attentive ou le raisonnement fait avec réflexion, précisément parce qu'en elle fait défaut, ainsi que le démontre la rapidité même avec laquelle elle se présente, toute espèce de contrôle de l'affectivité secondaire d'un état correspondant d'attention. Qu'on se souvienne, par exemple, de l'intuition trompeuse que toute fonction continue devait avoir toujours une dérivée, puisque, par chaque point d'une courbe dessinée sur une feuille de papier, il est toujours possible de conduire une tangente à cette courbe, ou du nombre énorme d'intuitions qui, ainsi que Faraday nous l'apprend, se présentaient sans cesse à son esprit durant ses recherches, et dont il devait abandonner ensuite la plupart, parce qu'elles n'étaient pas justes.

Mais si, par rapport à l'observation « attentive » ou au raisonnement « pondéré », l'intuition présente cette infériorité de se montrer beaucoup plus sujette au danger de l'erreur, il y a cependant en elle, par rapport à eux, comme nous l'avons noté plus haut, des probabilités plus grandes d'arriver à des vérités entièrement nouvelles. Certes, pour que ces dernières apparaissent, il est nécessaire, avant tout, d'avoir de la « fantaisie », c'est-à-dire d'être doué d'un esprit capable de rompre les digues des associations habituelles. Un observateur, par exemple, à qui auraient manqué ces qualités, n'aurait jamais vu dans une lampe oscillante que les qualités sensibles ordinaires: la matière dont elle était faite, la forme, les sculptures ou ciselures qui l'ornaient et autres choses semblables. Mais Galilée lui-même n'aurait pu découvrir l'isochronisme des oscillations si, juste à ce moment, il n'eût été saisi fortuitement par une préoccupation d'ordre affectif relative à la mesure du temps. Or, le fait qu'une semblable préoccupation affective se présentât aurait été précisément empêché, pour autant que nous avons vu dans notre précédente étude sur l'attention, si Galilée, *sollicité par un autre intérêt*, eût examiné la lampe *attentivement*. Pareillement, la fantaisie d'un

Faraday a besoin de se donner tout à fait libre cours, sans être à chaque pas entravée par l'œuvre incessante de limitation, d'exclusion et de contrôle, propre tant à l'une qu'à l'autre affectivité d'un état d'attention trop intense.

De là, donc, encore plus que l'utilité, la nécessité absolue d'une coopération *continuellement alternante* entre l'intuition et la réflexion : Si cette dernière a besoin de la première pour échapper au grave danger de la stérilité, la première a ensuite besoin de la réflexion pour contrôler et prouver la justesse de chacune des « constatations » nouvelles qu'elle fait ou croit faire à chaque libre envolée de la fantaisie.

II.

Une complication plus grande de combinaisons mentales, moins facilement susceptible d'être obtenue par simple intuition, et qui au contraire rend le plus souvent nécessaire au moins une certaine dose de réflexion, est représentée par certaines formes particulières de raisonnement, qui, dans l'évolution de celui-ci, constituent des pas notables. Nous voulons dire : ce qu'on appelle le principe de raison suffisante, la démonstration par l'absurde, le syllogisme.

Considérons, par exemple, le processus mental qui a amené Stevin à formuler les lois de l'équilibre le long d'un plan incliné. Une chaîne sans fin étant imaginée posée sur un prisme triangulaire avec deux faces obliques et la troisième horizontale, il constate, avant tout, que la partie pendante de la chaîne, en raison de sa symétrie même par rapport à la verticale qui passe par son point le plus bas, ne peut contribuer en rien soit à causer, soit à empêcher le mouvement des deux portions restantes de la chaîne posées sur les deux faces obliques du prisme. Cette constatation relative à la portion pendante de la chaîne constitue, comme l'on voit, ce qu'on nomme le principe de raison suffisante de Leibnitz, appliqué par Archimède lui-même à l'équilibre de la balance à bras égaux, chargés avec des poids égaux, et employé ensuite pour la composition de deux forces égales convergentes dans la résultante située sur la bissectrice, et pour d'autres phénomènes ou processus semblablement symétriques.

Ce principe repose en substance sur ceci : dans la constatation que la symétrie par elle-même implique la possibilité,

par le simple échange effectué entre eux des éléments symétriques, ou par le changement convenable de la position de l'observateur, d'accomplir mentalement deux expériences identiques sur le même objet ou phénomène, — que c'est, bien plus, dans cette possibilité que réside notre acte de reconnaître qu'un objet ou phénomène est symétrique —; dans le fait, en conséquence, d'attendre de ces deux expériences identiques un résultat aussi identique; et enfin dans la vérification mentale qu'il ne peut y avoir cette identité de résultat à moins que le résultat soit précisément le résultat admis.¹

Cette suite d'opérations et constatations mentales n'est pas encore, comme l'on voit, si complexe qu'elle ne puisse jamais arriver d'un seul coup, en un clin d'œil, c'est-à-dire, par simple intuition; elle l'est assez, cependant, pour exiger, dans la plupart des cas, une certaine dose de réflexion.

Mais, dans le processus mental suivi par Stevin, on retrouve aussi une application de la démonstration par l'absurde. En fait, il n'admet pas directement que la chaîne sans fin posée sur le susdit prisme n'ait aucune tendance à bouger dans un sens ou dans l'autre, mais il *observe mentalement*, que, si elle avait une tendance à bouger et si elle bougeait effectivement, les conditions resteraient, après le mouvement, exactement les mêmes qu'avant; qu'en conséquence le mouvement devrait se prolonger indéfiniment; et c'est justement ce mouvement sans fin qu'il reconnaît comme étant contredit par l'expérience.²

C'est précisément le procédé suivi dans n'importe quelle démonstration par l'absurde: la non-possibilité d'un fait n'étant pas susceptible d'être facilement constatée, on constate en retour l'impossibilité, plus facile à reconnaître, d'un autre fait, qu'une combinaison mentale, plus ou moins complexe, fait voir comme la conséquence inévitable du premier.

La démonstration par l'absurde repose donc sur le « principe de contradiction », c'est-à-dire sur l'inhibition réciproque d'images « antagonistes »; phénomène de la plus grande importance, qu'il ne sera pas inutile d'analyser un peu soigneusement.

¹ Cfr. JEVONS, op. cit.: *Elementary Lessons in Logic*, 125; MACH, op. cit.: *Die Mechanik*, 10-11; FEDERIGO ENRIQUES, *Il principio della ragion sufficiente nella costruzione scientifica*, « Scientia », Année III (1909), N. IX-1.

² Cfr. MACH, op. cit.: *Die Mechanik*, 24 et sq.

Comme, dans les expériences stéréoscopiques sur la lutte des champs de vision (« Wettstreit der Sehfelder »), les deux sensations ou images différentes qui tendent à se produire respectivement dans l'un et dans l'autre œil ne peuvent plus, quand elles traversent le même trait de conduction nerveuse ou aboutissent au même siège cérébral, coexister en même temps, de façon que c'est tantôt l'une et tantôt l'autre qui reste inhibée par l'antagoniste, la même chose se vérifie pour les évocations sensorielles, lesquelles ne sont en substance, elle saussi, que des sensations, produites seulement par des causes mnémoniques internes, au lieu que par des causes externes. Si elles sont spécifiquement différentes et tendent à se produire dans le même siège cérébral, les deux évocations sensorielles s'inhibent donc, pareillement, tour à tour. Et l'inhibition de l'une par l'action de l'autre emporte avec elle l'inhibition aussi de tout le processus respectif d'association, dont l'évocation sensorielle inhibée était le dernier anneau. C'est ainsi que, si la combinaison d'expériences simplement imaginées constituant un raisonnement donné fait *voir* un fait comme la conséquence inévitable d'un autre, l'inhibition du premier produit aussi celle du second.

Deux affirmations contradictoires, auxquelles peuvent amener respectivement une sensation directe et une évocation sensorielle ou même deux combinaisons différentes d'expériences simplement pensées, représentent donc deux images spécifiquement différentes qui s'inhibent tour à tour. Mais pour qu'elles s'inhibent tour à tour, il faut qu'elles se réfèrent à *un seul et même objet*, parce que c'est dans ce cas seulement qu'elles auront le même identique siège cérébral. Cet état d'inhibition réciproque des deux images, cet arrêt de l'une ou de l'autre activation nerveuse juste en train de se produire, c'est précisément ce qui constitue ce *malaise* particulier qui se trouve provoqué en nous par n'importe quelle « contradiction logique » : « Des affirmations, opinions ou apparences contraires produisent dans l'esprit un conflit désagréable et provoquent le désir correspondant d'une conciliation ».¹

Et de quelle façon la contradiction logique et le malaise correspondant peuvent-ils enfin finir ? — Par l'élimination de

¹ A. BAIN, *The Emotions and the Will*, Fourth Edition, Longmans Green, London, 1899, pag. 218.

l'une des affirmations contradictoires, ou, comme dit précisément Bain, par leur « conciliation »; c'est-à-dire: ou par l'expulsion définitive que l'une ou l'autre de ces images opère de son antagoniste, — ce qui peut arriver seulement si l'une d'elles n'était que le produit pur de la fantaisie, sans correspondance avec la réalité —; ou encore en rapportant les évocations sensorielles respectives, représentées par ces deux affirmations contradictoires, *non plus à un seul et même objet, mais à deux objets distincts.*

Toutes les démonstrations par l'absurde représentent justement, pour autant que nous l'avons vu à l'instant, autant d'applications du premier cas. D'autres exemples caractéristiques nous sont offerts par toutes les hypothèses scientifiques qu'on a dû abandonner, parce qu'elles n'étaient plus d'accord avec de nouveaux faits mis en lumière. « Toutes les fois qu'on arrive à connaître mieux l'histoire de l'origine d'une découverte scientifique, — écrit Lehmann, — on constate que l'inventeur a eu comme point de départ des représentations contradictoires d'un phénomène donné et que tous ses efforts ont été tournés à supprimer cette incompatibilité apparente ». C'est ainsi que la constatation faite par Lavoisier que le poids d'un corps qui brûle s'accroît a opéré l'expulsion définitive de l'hypothèse du phlogistique, d'après laquelle le poids-même aurait dû au contraire diminuer.¹

Mais quand l'expulsion définitive de l'une des images contradictoires n'est pas possible, leur « conciliation » alors consiste, ainsi que nous le disions, dans le dédoublement de l'objet auquel elles se réfèrent: Pour que, en effet, les deux images spécifiquement différentes s'inhibent tour à tour, nous avons dit qu'il est nécessaire qu'elles se réfèrent à un seul et même objet. Si leur correspondance à un seul et même objet cesse, cesse également *ipso facto* toute inhibition et par suite aussi toute espèce de contradiction.

Par exemple: je vois attacher à l'un des deux bras égaux d'une balance une petite boule de fer et à l'autre une grosse boule également de fer. Par suite de ce que je sais déjà par l'expérience, j'ai mentalement par avance la *vision* que la grosse boule s'abaisse. Au contraire, à ma grande surprise, mes yeux me la font voir se soulever. Les deux images sont

¹ A. LEHMANN, *Die Hauptgesetze des menschlichen Gefühlsleben*, Reissland, Leipzig, 1892, pag. 223-224.

contradictoires, parce qu'elles se réfèrent au même objet; mais si je fais l'hypothèse que la grosse boule de l'expérience présente est creuse, tandis que celle que j'avais jadis vue était pleine, voici que l'évocation de la grosse boule *pleine* qui s'abaisse et la vision de la grosse boule *creuse* qui se soulève se réfèrent à deux objets distincts, et toute contradiction cesse.

Prenons encore l'exemple analogue de Mach: Je n'ai employé jusqu'à présent que des balances à bras égaux; mais je n'ai jamais eu l'occasion de relever cette particularité de l'égalité des bras; et j'ai toujours vu le poids le plus lourd soulever le plus faible. Dès lors, quand, à une balance aux bras inégaux, j'attache de nouveau d'un côté un poids plus lourd et de l'autre un poids plus faible, j'ai la vision anticipée de l'abaissement habituel du poids le plus lourd. Au contraire, il s'élève. Ici, de même, la « conciliation » consiste en ceci, qu'avec un peu de réflexion je finis par m'apercevoir qu'un poids attaché à l'extrémité de l'un des deux bras égaux d'une balance et le poids égal attaché à l'extrémité du bras plus court d'une balance aux bras inégaux sont deux objets complètement distincts et dans des conditions différentes, et non point un seul et même objet dans des conditions identiques; et conséquemment leurs façons différentes de se comporter cessent du coup de s'inhiber tour à tour, d'être contradictoires.

C'est donc dans un semblable dédoublement de l'objet, dans une semblable différenciation des circonstances, que consiste la progressive « adaptation de la pensée », *die Gedanken-anpassung*, à des faits toujours nouveaux qui, à première vue, nous paraissent contradictoires.¹

Une conséquence immédiate ultérieure de tout ce qui a été dit jusqu'ici est que, pour que deux conceptions contradictoires soient telles, c'est-à-dire pour qu'elles s'excluent effectivement, il faut qu'elles soient physiologiquement actives *au même instant*. Autrement, la contradiction ne se fait pas remarquer, ne subsiste pas physiologiquement; c'est ainsi que, dans les expériences stéréoscopiques rappelées plus haut, tout « Wettstreit der Sehfelder » cesse, si, en fermant alternativement tantôt l'un et tantôt l'autre œil, les deux images ne sont plus gardées au même instant. Cela explique comment puissent subsister, dans le même individu, des idées, des hy-

¹ Cfr. ERNST MACH, *Die Analyse der Empfindungen*, Fünfte Auflage, Fischer, Jena, 1906, pag. 261-262.

pothèses et des propositions les plus contradictoires entre elles: il suffit qu'elles s'activent à des moments différents.

Enfin, le raisonnement par « exclusion » n'est, lui aussi, qu'un cas du principe éliminatoire des idées contradictoires. Prenons l'exemple suggéré par Jevons: Tout métal rouge est du cuivre ou de l'or; le cuivre est dissout par l'acide nitrique; l'échantillon que j'ai dans les mains est un métal rouge; mais il ne se dissout pas dans l'acide nitrique: c'est donc de l'or.¹

Ici, le raisonnement consiste dans une série double d'observations ou de faits évoqués, à quoi s'ajoute ensuite l'inhibition de l'une de ces séries: La vue du métal rouge évoque, en effet, les autres qualités tant de l'or que du cuivre. La perception du cuivre, ainsi en voie de se compléter mentalement, évoque aussi le fait de sa dissolution dans l'acide nitrique, processus qui, à la suite d'expériences passées, fait partie du souvenir que j'ai du cuivre. Mais la constatation effective, au contraire, du fait que le métal ne se dissout pas inhibe aussi, en même temps que l'évocation du processus de dissolution, tout ce qui reste de la *perception mentale* du cuivre. Ainsi, de *non inhibée*, il ne reste que la *perception mentale*, plus ou moins complète, de l'or seul.

Ce raisonnement par exclusion exige, en général, en raison de sa complication elle-même, un peu de réflexion; mais, dans ses formes les plus simples, il peut se présenter aussi d'un seul jet, par intuition: il suffit de rappeler l'exemple plus haut cité du chien, qui, en face des troies rues susceptibles d'avoir été prises par son maître, après en avoir flairé et exclu deux, enfile du coup la troisième, qui représente l'unique alternative non inhibée par les deux constatations olfactives effectivement faites.

Mais passons au syllogisme.

Je cueille dans mon jardin une orange pour la manger; mais, au même instant, je vois devant moi un chat qui est en train de saccager une plate-bande de fleurs. Sous l'impulsion de mon vif désir d'éviter ce ravage, je constate que l'orange peut me servir aussi de projectile, et je m'en sers tout de suite pour chasser l'animal. Intuition, dans ce cas, qui n'est pas autre chose qu'une *perception plus complète* de l'orange, examinée sous deux points de vue affectifs différents, au lieu de l'être

¹ STANLEY JEVONS, *The Principles of Science*, Macmillan, London, 1874, Vol. I, pag. 94.

sous un seul; et qui, à l'occasion, peut se transformer en un véritable et propre syllogisme: Il est probable, par exemple, qu'un enfant, — sans doute en raison de sa gourmandise plus vive pour l'orange et à l'instant même de son intérêt peu ardent pour la plate-bande, — ne réussira pas à apercevoir tout de suite ce nouvel aspect de l'orange; mais il l'apercevra aussitôt que sa mère lui aura dit: Tous les objets un peu lourds peuvent servir de projectile pour chasser le chat; or l'orange est un objet un peu lourd; donc l'orange peut servir à chasser le chat.

Or, qu'est-ce qu'a fait la mère avec ce syllogisme? — Évidemment, rien d'autre que refaire mentalement une classification affective (prémisse majeure) et une observation (prémisse mineure), déjà faites effectivement par elle ou par d'autres dans le passé; et la combinaison mentale de ces deux opérations ou expériences simplement imaginées l'a conduite à la constatation mentale que l'orange aussi arrive à se classer dans le groupe des objets-projectiles.

Prenons un autre exemple. Le roi passe: sa fière attitude, son brillant entourage et tous les autres signes extérieurs de sa puissance causent aux assistants un état affectivo-émotif à la fois de crainte et d'admiration, trop en contraste avec l'état de compassion qui est ordinairement causé par l'image d'un de nos semblables en train de mourir, de son impuissance, par suite, à nuire, du besoin même qu'il a d'aide. Aux temps anciens, l'impression que le roi arrivait à donner de sa puissance était telle que les fidèles sujets considéraient comme impossible qu'il dût finir lui aussi par mourir. Mais un bon logicien aurait pu les rappeler à la réalité des choses au moyen du fameux syllogisme: tous les hommes sont mortels; le roi est un homme; donc le roi est mortel. Syllogisme qui consiste, encore ici, dans l'acte d'accomplir de nouveau mentalement une première opération de classification, c'est-à-dire de mettre tous nos semblables dans le groupe des êtres vivants qui ont été reconnus déjà comme équivalents par rapport à l'issue finale de la mort, et dans l'acte de combiner avec cette opération simplement imaginée la vérification, — faite elle aussi mentalement ou même effectivement accomplie au passage du roi, — du fait qu'il est aussi un homme; ce qui produit la constatation mentale que, en poursuivant la classification, le roi viendrait à se trouver lui aussi parmi les mortels.

Tant au moyen du premier que du second exemple, nous voyons donc que le syllogisme, sous sa forme classique, consiste, en d'autres termes, en ceci : à dégager mentalement, sous l'impulsion d'une tendance affective donnée, l'attribut qui est nécessaire et suffisant pour rendre plusieurs objets équivalents par rapport à cette tendance, — par exemple pesanteur modérée par rapport à la fin de servir de projectile, nature humaine par rapport à l'événement non désiré de la mort — ; à transporter ainsi tout l'intérêt sur cet attribut ; et à empêcher de cette façon que ce dernier passe non observé dans l'objet particulier que nous avons sous les yeux.¹

Les attributs d'un objet, note Spencer, « sont devenus trop nombreux, non seulement pour pouvoir se présenter tous *mentalement*, mais aussi pour pouvoir se présenter tous *physiquement* au même instant ». Dès lors, ainsi que nous l'avons déjà vu au début de cet article, des qualités sensibles ou propriétés en nombre infini d'un objet, on ne découvre dans tout et n'importe quel acte de perception, tant physique que mentale, que celles qui peuvent intéresser tantôt l'une, tantôt l'autre affectivité. Or, le syllogisme n'est pas autre chose qu'une *perception mentale dirigée* ; c'est-à-dire, un *complément de perception dans une direction déterminée*, obtenu en mettant l'observateur ou le penseur au point de vue de la fin qu'on se propose au moyen de la proposition générale.²

On peut également dire que c'est une *perception mentale en plusieurs temps*, c'est-à-dire faite à deux ou à plusieurs reprises, au lieu qu'en un seul et même instant : La vision plus complexe de l'orange, — vision en même temps d'un fruit mangeable et d'un projectile, — que j'ai eue en un seul instant, est provoquée au contraire chez l'enfant à plusieurs reprises, d'abord en l'invitant à relever l'attribut nécessaire et suffisant pour rendre plusieurs objets équivalents par rapport à la fin de servir de projectile, puis, grâce au transfert qu'on obtient ainsi de son intérêt sur cet attribut, en le poussant à observer que cet attribut est également présent dans l'orange.³

¹ Cfr. E. CLAPARÈDE, *L'association des idées*, Doin, Paris, 1903, pag. 374-375.

² Cfr. HERBERT SPENCER, *The Principles of Psychology*, Fourth Edition, Williams & Norgate, London, 1899, Vol. I, pag. 459 et Vol. II, pag. 121 ; MAUDSLEY, *The Physiology of Mind*, Macmillan, London, 1876, pag. 227 ; JEVONS, op. cit. : *The Principles of Science*, Vol. I, pag. 72-73 et 131.

³ Cfr. A. BINET, *La psychologie du raisonnement*, Alcan, Paris, 1902, pages 148-150, 155-156.

Et c'est précisément dans ce transfert de l'intérêt sur un attribut particulier donné, de façon à ce que ce dernier n'échappe pas à l'observation, que, répétons-le, consistent toute l'action et l'importance du syllogisme. Si cet attribut particulier n'échappe pas à l'observation, comme dans mon intuition immédiate que l'orange pourrait me servir aussi de projectile, le syllogisme est complètement inutile. Si, au contraire, cet attribut particulier tend à passer inobservé sans le rappel exprès de l'intérêt sur lui, comme chez l'enfant trop gourmand de l'orange, la fonction du syllogisme peut devenir non seulement utile, mais absolument indispensable; de même qu'il est absolument indispensable, même dans l'observation directe, de se mettre à des points de vue affectifs déterminés, si l'on veut ne pas laisser échapper certaines qualités sensibles qui se trouvent cependant sous nos yeux.

Mais le syllogisme peut être indispensable aussi pour arriver mentalement, en peu de temps, à la constatation d'une vérité qui, par la méthode de l'induction expérimentale, pourrait exiger un temps trop long ou rencontrer des difficultés pratiques insurmontables: Tout homme, durant sa vie, par exemple, a vu mourir beaucoup d'hommes, tandis qu'il est possible qu'il n'ait pas encore vu mourir un roi. Dès lors, la généralisation du résultat expérimental « tous les hommes sont mortels » se présente plus spontanée et avec un caractère de certitude beaucoup plus grande que l'autre généralisation « tous les rois sont mortels ». Et si l'on se proposait d'apprendre ou de vérifier cette dernière vérité, également par la voie expérimentale, il faudrait attendre un temps fort long, tel qu'au bout de ce délai les morts royales eussent été assez nombreuses pour permettre la généralisation correspondante. Or, en recourant à ces deux opérations ou expériences, — classification de tous les hommes parmi les mortels et vérification de la nature humaine du roi, — opérations ou expériences qui, déjà dans le passé, ont été faites par nous effectivement et séparément l'une de l'autre, et en les combinant entre elles par l'imagination, on arrive, sans aucun besoin de la constatation directe, à la constatation mentale *nouvelle* que tous les rois aussi sont mortels.¹

C'est pourquoi le syllogisme, soit par « l'observation men-

¹ Cfr. GIOVANNI VAILATI, *Il metodo deduttivo come strumento di ricerca*, « Scritti di G. Vailati », Seeber, Firenze, 1911, pag. 135-136.

tale » du phénomène ou de l'objet qu'il pousse à faire d'un point de vue affectif nouveau, soit par la combinaison mentale qu'il effectue de cette observation avec l'opération également imaginée de classification, représentée par la prémisse majeure, peut conduire véritablement à des *vérités nouvelles*, c'est-à-dire être réellement *productif*, comme n'importe quelle autre forme de raisonnement en général. ¹

Pour conclure sur tout ce que nous avons dit jusqu'ici sur ces formes particulières du raisonnement, telles que le principe de raison suffisante, la démonstration par l'absurde et par exclusion et le syllogisme, nous voyons donc, en premier lieu, qu'elles confirment, aussi de leur côté, ce que nous avons déjà dit sur la nature du raisonnement en général, c'est-à-dire que le raisonnement n'est rien d'autre qu'une combinaison mentale d'opérations, — observations ou expériences, — simplement pensées; combinaison mentale qui conduit à la même « constatation » que si ces observations ou expériences, au lieu d'être simplement imaginées, eussent été effectivement faites. En second lieu, elles commencent déjà à nous montrer que, tandis que, dans les cas les plus simples, les combinaisons mentales qui les constituent peuvent parfois se trouver encore conçues d'un seul jet et en un instant et leur résultat être ainsi obtenu *par intuition*, dans les cas les moins simples, au contraire, l'intervention de la réflexion devient nécessaire.

La combinaison mentale, en effet, est parfois, dans ces formes particulières du raisonnement, un peu insolite et, par suite, ne se présente pas facilement tout d'abord. En outre, ces formes se présentent difficilement toutes seules, mais comme autant d'anneaux de combinaisons mentales plus compliquées, dans lesquelles il faut avancer par étapes, s'arrêter à chaque relai et ne pas oublier les résultats auxquels on arrive à chacune de ces étapes, afin que ces résultats puissent servir de points de départ pour les étapes ultérieures. Qu'il suffise de donner comme exemple le processus mental de Stevin plus haut analysé: il consiste en une première étape, aboutissant, par la voie de la démonstration par l'absurde, à la constatation que la chaîne ne bouge pas; puis en une seconde

¹ Cfr., pour l'opinion opposée, MACH, op. cit.: *Erkenntnis und Irrtum*, 304-307; et HENRI POINCARÉ, *La Science et l'Hypothèse*, Flammarion, Paris (sans date), Chap. Ier: *Sur la nature du raisonnement mathématique*, spécialement pag. 10-11.

étape, indépendante de la première, dans laquelle, conformément au principe de raison suffisante, Stevin arrive à la conclusion que le morceau qui pend de la chaîne ne peut avoir aucune influence sur l'équilibre ou le mouvement de celle-ci; alors, il s'avance par une nouvelle étape, dans laquelle, en combinant les résultats des deux étapes précédentes, il se trouve à avoir devant lui seulement les deux morceaux de la chaîne qui se trouvent posés sur les deux faces obliques du prisme et en équilibre entre eux; c'est de ce résultat, enfin, qu'il part pour procéder à la détermination des lois de l'équilibre sur le plan incliné.

Tout cela exige de l'attention et une réflexion prolongée, c'est-à-dire la présence d'une affectivité primaire maintenue longtemps en suspens et la présence, au même moment, d'une affectivité secondaire antagoniste correspondante: la première, pour pouvoir développer, durant un certain temps, l'œuvre propre d'évocation directe et spécialement de sélection des « idées heureuses » fortuites, qui peuvent même tarder beaucoup à se présenter à l'esprit, et pour pouvoir en même temps soutenir et maintenir devant l'esprit les résultats successifs des différentes étapes, en réunissant ainsi ces dernières en un seul processus; la seconde, pour pouvoir, à chaque étape du raisonnement, contrôler la possibilité matérielle de chacune des combinaisons partielles imaginées et la justesse du résultat respectif, mentalement constaté, en excluant tout ce qui ne serait pas conforme à la réalité.

Mais ce besoin de réflexion très soutenue apparaîtra encore plus évident dans ce que nous devons encore dire touchant l'application toujours plus étendue que, dans la science, est arrivé à avoir peu à peu le procédé mental de la déduction.

III.

Dans la première partie de notre travail sur l'évolution du raisonnement, publiée dans le fascicule précédent, nous avons vu que le besoin d'une « histoire des choses » a surgi parce que, quand on ne réussissait pas à classer certains phénomènes parmi d'autres qui nous sont plus familiers, on cherchait pour le moins à voir s'ils dériveraient de certains de ces phénomènes qui nous sont plus familiers, combinés diversement entre eux.

Le « comment » et le « pourquoi » de chaque phénomène se trouva ainsi constitué par la chaîne d'expériences, simplement pensées, qui, au moyen de faits donnés qui nous sont familiers, nous permettait d'aboutir, comme résultat final, au phénomène qu'il y avait « à expliquer » et qui arrivait ainsi justement à « être expliqué ».

Dans les variétés infinies des phénomènes, on cherche, dès lors, à découvrir toujours les mêmes et mêmes faits familiers élémentaires, dont les diverses combinaisons mentales peuvent être susceptibles de reproduire cette grande variété présentée par la nature.¹

Ce besoin de tirer tous les phénomènes les plus compliqués de la nature de ce petit nombre de phénomènes élémentaires qui nous sont les plus familiers constitue ce qu'on appelle le besoin d'une « explication causale ».²

C'est de ce besoin d'une « explication causale » que dérive directement la tendance qu'a la science de devenir le plus possible « déductive », c'est-à-dire la tendance à chercher à tirer, au moyen de séries plus ou moins longues de combinaisons expérimentales convenables, simplement pensées, le plus grand nombre possible de phénomènes naturels du plus petit nombre possible d'autres phénomènes, choisis parmi les plus simples et parmi ceux qui nous sont les plus familiers.

Et comme, parmi les phénomènes physiques les plus simples et les plus familiers, nous apparaissent justement les phénomènes de mouvement des corps qui, en même temps, sont les seuls qui permettent à l'homme qui raisonne de suivre avec l'« œil de l'esprit » les vicissitudes d'objets qui restent toujours identiques à eux-mêmes pendant tous leurs déplacements successifs, ainsi la tendance « déductive » de la science devient d'elle-même tendance au « cinétisme ».³

Mais la *tendance* de la science à devenir déductive est une chose bien différente de la *possibilité* qu'il y a pour elle de devenir telle. Tout dépend, conséquemment, de la proportion où il lui est possible d'arriver à combiner entre elles des expériences simplement pensées.⁴

Or, même en prenant comme points de départ les phéno-

¹ Cfr. MACH, op. cit.: *Die Mechanik*, 5-6.

² Cfr. MACH, op. cit.: *Die Analyse der Empfindungen*, 273.

³ Cfr. E. MEYERSON, *Idéalité et réalité*, Alcan, Paris, 1908, passim, par ex., pag. 83-84, 87-88.

⁴ Cfr. STUART MILL, op. cit.: *A System of Logic*, I, 245.

mènes les plus simples et les plus familiers, infinies et infiniment variées, par le nombre, la qualité et les modalités quantitatives des composants respectifs, sont les combinaisons expérimentales, plus ou moins complexes, qu'on peut imaginer avec eux. Et si de semblables combinaisons paraissaient différentes entre elles en tout et pour tout, il serait impossible de les accomplir par la pensée seulement, parce qu'il faudrait pour cela d'abord connaître le résultat *de chacune séparément*. Si, au contraire, par la voie de l'intuition et de la généralisation inductive correspondante, plus ou moins hypothétique, on découvre que celles, parmi ces combinaisons, qui ont seulement des caractères déterminés en commun, sont équivalentes par rapport à un résultat donné, alors ce résultat, vérifié expérimentalement seulement pour quelqu'une d'elles, rend possible de l'appliquer du coup aussi à chacune des autres, lesquelles, maintenant, et maintenant seulement, peuvent être ainsi simplement pensées.

Qu'il suffise, pour donner un exemple, de rappeler la loi du mouvement découverte par Galilée. Cette loi dit que, si plusieurs forces concourent à déterminer un mouvement donné, ces forces, par le fait de concourir, ne cessent pas de produire, chacune pour son propre compte, — contrairement à la croyance jusqu'alors généralement acceptée, — les mêmes effets qu'elles produiraient, si elles agissaient seules. C'est-à-dire que chacune de ces forces concourantes est *équivalente*, par rapport au mouvement produit par elle, à la force égale qui agit seule. « Avant que cette loi fut découverte et clairement formulée, écrit Vailati, le mécanicien qui se serait proposé de déterminer déductivement le mouvement produit par l'action simultanée de plusieurs forces, de chacune desquelles le mode d'agir lui fût connu même parfaitement, se trouvait devant les mêmes difficultés auxquelles se heurterait souvent aujourd'hui un chimiste, qui se proposerait de déterminer *a priori* les propriétés d'un composé, en employant seulement sa connaissance des propriétés des composants ». Au contraire, une fois la loi découverte, il fut possible d'effectuer mentalement les combinaisons de forces les plus variées, même les plus complexes, parce que la combinaison simultanée se trouva équivalente à autant d'applications successives de forces, de chacune desquelles on connaissait le résultat par avance.¹

¹ Cfr. VAILATI, art. cité : *Il metodo deduttivo, etc.*, « Scritti di G. Vailati », 421.

Si, de plus, l'équivalence qu'on découvre entre plusieurs combinaisons expérimentales est d'un ordre encore plus général et consiste, par exemple, dans le fait de reconnaître que, pour aussi variées que puissent être les différences dans les modalités quantitatives de certains de leurs composants, le résultat qui nous intéresse reste toujours du même genre, et que sa grandeur est toujours donnée par une seule et même formule, qui détermine précisément le résultat en fonction de ces modalités quantitatives des composants, — formule qui représente ainsi la schématisation du « fait conceptuel » très général, — alors, d'autant plus nombreuses et plus différentes seront les combinaisons expérimentales particulières, que, en rentrant dans ce « concept » et en en connaissant, par suite, le résultat par avance, nous pourrons effectuer mentalement; et d'autant plus nombreuses et plus fréquentes seront, par suite, les occasions qu'aura la méthode déductive de pouvoir être appliquée.

Ainsi, la loi de Newton, substituée à celles de Képler, a rendu possible d'accomplir mentalement une bien plus grande quantité d'expériences sur les mouvements des corps célestes, parce que, pour tout mode particulier de disposition de ces corps qui serait imaginé, même entièrement différent de celui auquel se rapportaient les lois de Képler, cette loi indiquait immédiatement le résultat relatif à leurs accélérations et à leurs mouvements. En outre, le phénomène des marées lui-même, la forme de la terre, l'aplatissement de celle-ci aux pôles et d'autres phénomènes particuliers les plus variés sont devenus, grâce à elle, également susceptible d'être *déduits*; c'est-à-dire d'être obtenus au moyen d'autant de combinaisons convenables, plus ou moins complexes, de modes initiaux déterminés de disposition des masses élémentaires et de mouvements initiaux déterminés de chacune de ces masses, parce que, pour chacune de ces combinaisons, simplement pensées, la formule newtonienne fournissait chaque fois par avance le résultat.¹

Toute extension de la méthode déductive implique, dès lors, par avance, une nouvelle induction correspondante, grâce à laquelle les résultats jusqu'à présent inconnus de toute une catégorie de combinaisons expérimentales, — lesquelles, par cela-même, ne pouvaient être faites mentalement, — deviennent au contraire connus, parce qu'assimilés à ceux d'autres

¹ Cfr. VAILATI, *ibid.*, 144; STUART MILL, op. cit.: *A System of Logic*, I, 246; MACH, op. cit.: *Die Mechanik*, 183-184.

catégories de combinaisons expérimentales, dont les résultats ont été déjà constatés au moyen d'expériences effectivement faites. Et les conditions dont dépendent la différente applicabilité et la différente fécondité de la méthode déductive elle-même, dans les domaines divers de la recherche scientifique, se résument toutes justement dans la découverte de concepts, de lois et de formules, par lesquelles s'expriment les nouvelles généralisations inductives.

Mais l'utilité de ces concepts, lois et formules d'un ordre toujours plus général ne se borne pas à cette possibilité qu'ils donnent au raisonnement d'accomplir mentalement une quantité toujours plus grande de combinaisons expérimentales *particulières*, en fournissant par avance pour chacune d'elles son résultat respectif. Elle vaut bien encore, et surtout, par la possibilité qu'en tire le raisonnement lui-même d'accomplir mentalement des combinaisons expérimentales elles aussi d'un *ordre général*, c'est-à-dire *schématisées*, et dont chacune représente un groupe entier correspondant de combinaisons particulières, équivalentes entre elles au point de vue du résultat qu'on vise.

Ces combinaisons expérimentales *schématisées* peuvent, en raison même de leur simplicité plus grande, être pensées et suivies avec l'« œil de l'esprit » plus facilement et pendant plus longtemps que les combinaisons particulières, d'ordinaire plus complexes ; et elles le peuvent d'autant plus facilement et plus longtemps, qu'elles sont justement davantage schématisées. Dès lors, les concepts généraux et abstraits contribuent puissamment, encore par ce côté, à faciliter l'application toujours plus étendue de la méthode déductive : « A mesure que l'on s'élève dans la généralisation, écrit Ribot, on ne monte pas dans le vide, comme on l'a dit, mais dans le simple ». — « La raison pour laquelle la physique, écrit à son tour James, devient d'autant plus déductive que les propriétés fondamentales qu'elle considère sont davantage de nature mathématique, consiste en ceci, à savoir que les conséquences immédiates de ces notions sont tellement peu nombreuses que nous pouvons les surveiller toutes en même temps et choisir ainsi promptement celles qui nous intéressent ».¹

¹ TH. RIBOT, *L'évolution des idées générales*, 2^{me} éd., Alcan, Paris, 1904, pag. 253 ; WILLIAM JAMES, *The Principles of Psychology*, Macmillan, London, 1901, Vol. II, pag. 343.

La formation de concepts abstraits et l'application de la méthode déductive progressent donc du même pas, et cela pour une double raison : par suite de la quantité de résultats de combinaisons expérimentales, particulières ou générales, que ces concepts font connaître par avance, en permettant ainsi de faire ces combinaisons expérimentales seulement par la pensée, et par suite de la grande simplicité que ces concepts donnent aux respectives combinaisons expérimentales schématisées, en rendant ainsi plus facile de les faire et de les suivre par la pensée.

Au moyen du raisonnement abstrait, substitué au raisonnement concret, on obtient, enfin, comme nous l'avons déjà vu dans la première partie de notre travail sur l'évolution du raisonnement, parue dans le précédent fascicule, une augmentation fort notable dans le « rendement technique » du raisonnement lui-même, parce que tout raisonnement abstrait vaut pour les mille, dix mille, cent mille raisonnements concrets, lesquels seraient respectivement représentés par chacune des combinaisons expérimentales particulières groupées dans la catégorie dont la combinaison schématisée est l'exposant.

C'est ainsi qu'on obtient, non seulement une « histoire des choses » susceptible de satisfaire notre besoin d'explication causale, mais encore une histoire des choses *toujours plus concise* (Principe d'économie de Mach).

Le choix des concepts, d'une part, et, de l'autre, le choix des phénomènes élémentaires, tant sensibles qu'hypothétiques, dont on part pour procéder à cette « histoire des choses », sont même faits précisément avec le critère de rendre cette histoire une « sténographie conceptuelle » la plus brièvement compendieuse possible.¹

Mais, si concise, si économique, si « sténographique » qu'elle puisse être, cette histoire des choses représente cependant un processus d'une complexité et d'une ampleur toujours plus imposantes. Précisément parce que l'on part d'un petit nombre ou d'un très petit nombre de phénomènes les plus élémentaires possibles, sensibles ou hypothétiques, pour ensuite, en les combinant mentalement entre eux, arriver peu à peu à produire une quantité toujours plus grande de phénomènes les plus variés de la nature, le processus lui-même finit par être constitué

¹ Cfr. KARL PEARSON, *The Grammar of Science*, Second Edition, Black, London, 1910, pag. 332, 504.

par une masse d'expériences toutes simplement pensées, se fractionne en une infinité d'étapes ou de phases à parcourir l'une après l'autre, et aboutit à un entrelacement et à une interférence continuels des résultats de chacune des combinaisons avec ceux de toutes les autres. Et l'« œil de l'esprit » doit suivre toutes ces expériences simplement pensées, « constater » les résultats respectifs qu'elles donneraient, si elles étaient effectivement accomplies, passer d'une phase du processus à l'autre, sans cependant perdre de vue aucun des résultats des phases précédentes, avoir présents, à de certains moments du processus, tous les résultats des phases antérieures, tous constatés seulement par la pensée, pour les recombinaison entre eux à leur tour.

On comprend bien, dès lors, combien il serait absolument impossible que tout cet ensemble si compliqué de faits mentaux puisse jamais être pensé d'un seul jet et être embrassé d'un seul regard au moyen d'un acte d'intuition, si puissant que pût être ce dernier. On comprend, bien au contraire, comment tout cela doit exiger une attention ou une réflexion très intense et très prolongée, dans laquelle l'affectivité primaire, maintenue en suspens par l'activité secondaire pendant tout le temps que dure le processus, puisse précisément poursuivre mentalement tous ces changements successifs des choses, prouver et reprouver les combinaisons les plus variées, pour tenter de se rapprocher de la production souhaitée du phénomène à « expliquer », évoquer promptement les résultats des diverses combinaisons imaginées, raviver et soutenir ceux qui devront ensuite servir de nouveau et lier toutes ces différentes expériences, successivement pensées, en un seul et unique processus de poursuite. Et comment ne doit pas être moins nécessaire l'action incessante de l'affectivité secondaire, qui se tienne toujours sur ses gardes pour contrôler si les différentes combinaisons imaginées sont réellement possibles, si les résultats respectifs qui leur sont attribués sont proprement les résultats justes, si, dans l'entrelacement des combinaisons, n'a été oublié aucun phénomène, dont la répercussion pourrait modifier le résultat final de l'ensemble.¹

¹ Cfr. EUGENIO RIGNANO, *De l'attention*, 2^e partie: *Vividité et connexion*, dans « Scientia », Année VI (1912), N. XXI-1, pag. 75-80 du texte italien et pages 82-87 du supplément français, et dans « Archiv für die gesamte Psychologie », XXII Band, 2-3 Heft, pag. 305-311 ; et : *Qu'est-ce que le raisonnement ?*, dans « Scientia », Année VII (1913), N. XXVII-1, pag. 61-69 du texte italien et pag. 51-57 du supplément français.

Mais l'attention ou la réflexion même la plus intense et la plus prolongée ne pourrait certainement pas suffire, dans la majeure partie des cas, si tout le processus devait arriver seulement par la pensée, sans jamais être soutenu par aucun point d'appui sensible et persistant. De là, la nécessité d'imaginer et de faire recours à des *symboles graphiques*, toujours plus compliqués, pour avoir toujours prêts devant l'esprit les résultats des diverses expériences à exécuter seulement par la pensée, pour maintenir fermes, pour ainsi dire matériellement, devant l'esprit lui-même, ceux qui ont été obtenus par les combinaisons mentales précédentes, pour aider l'imagination à se représenter et à embrasser d'un seul regard les combinaisons plus complexes qu'il y a à effectuer entre les éléments initiaux ou entre les résultats partiels déjà obtenus, pour construire, en somme, *une représentation tangible schématique où vienne en quelque sorte se projeter le processus mental à mesure qu'il se développe.*

Tout cela a rendu nécessaire, par suite de la complexité toujours plus grande et de l'application toujours plus étendue qu'est arrivé peu à peu à acquérir le processus déductif dans ce qu'on appelle les « sciences exactes », un symbolisme toujours plus compliqué, qui a fini souvent par cacher la nature véritable et substantielle du raisonnement, — de n'être qu'une série d'expériences simplement pensées —; nature, cependant, qui n'est pas moins restée entièrement intacte même sous le voile obscur qui la recouvre.

C'est ce que nous verrons dans notre prochaine étude, précisément consacrée aux formes supérieures du raisonnement.

Milano.

EUGENIO RIGNANO

(Traduit par M. Georges Bourgin - Paris).

L'INTÉRÊT DE LA PSYCHO-ANALYSE

PREMIÈRE PARTIE.

Son intérêt pour la psychologie.

La psycho-analyse est une méthode médicale qui cherche à obtenir la guérison de certaines formes de la névrosité (névroses) au moyen d'une technique psychologique. Dans une brochure publiée en 1910 j'ai exposé l'évolution de la psycho-analyse se développant de la méthode *cathartique* de J. Breuer, ainsi que ses rapports avec les doctrines de Charcot et de P. Janet.¹

Parmi les formes de maladie accessibles à la thérapie psycho-analytique l'on peut citer les spasmes et les manifestations de gêne, d'arrêt, d'inhibition hystériques, ainsi que les innombrables symptômes de la névrose d'obsession (idées fixes, actions involontaires).

Ces cas, qui parfois guérissent spontanément, sont soumis d'une façon bizarre, restée incompréhensible jusqu'à ce jour, à l'influence personnelle du médecin. Contre les formes plus sérieuses des troubles psychiques proprement dits la psycho-analyse est impuissante thérapeutiquement. Par contre dans les psychoses comme dans les névroses elle permet, pour la première fois dans l'histoire de la médecine, d'obtenir une vue satisfaisante des origines et du mécanisme de ces maladies.

Cette importance de la psycho-analyse au point de vue

¹ SIGM. FREUD, *Ueber Psychoanalyse*, 2^e éd., Wien, 1912. Publié en langue anglaise dans l'« American Journal of Psychology », avril, 1910; traduit en langues russe, polonaise, hongroise et hollandaise.

médical ne suffirait pas néanmoins à justifier notre tentative de l'exposer à un cercle de savants s'intéressant à la synthèse scientifique. Cette tentative pourrait de plus sembler prématurée, car une grande partie des psychiatres et neurologues refusent encore d'accepter la nouvelle méthode thérapeutique dont ils rejettent à la fois les hypothèses et les résultats. Si je considère pourtant cet essai comme légitime c'est que la psycho-analyse présente aussi un intérêt en dehors des spécialistes des maladies psychiques, car elle effleure différents autres terrains scientifiques et met à jour des relations insoupçonnées entre ceux-ci et la pathologie de la vie psychique.

Je laisserai donc de côté l'intérêt médical de la psycho-analyse pour expliquer sur une série d'exemples tout ce que j'ai avancé sur cette nouvelle science.

Il existe chez les personnes normales comme chez les malades un grand nombre de manifestations mimiques ou vocales ainsi que des suites d'idées qui n'ont pas jusqu'ici servi d'objet à la psychologie, car on y voyait simplement soit des résultats d'une perturbation organique, soit une activité anormale dans la fonction de l'appareil psychique. Je veux parler des « défaillances » (*Fehlleistungen* - action de prononcer ou d'écrire un mot pour un autre, oubli, etc.), des actions accidentelles et des rêves chez l'homme normal, des attaques convulsives, délire, visions, idées fixes et actions forcées (*Zwangshandlungen*) chez les névrosés. On assignait ces phénomènes — en tant qu'ils ne demeuraient pas inaperçus comme les défaillances en général — à la pathologie, en s'efforçant de leur trouver des explications *physiologiques*, lesquelles n'ont en aucun cas été satisfaisantes. Par contre la psycho-analyse est parvenue à démontrer que, au moyen de suppositions purement psychologiques, toutes ces choses pouvaient être rendues intelligibles et rangées dans la chaîne des faits psychiques à nous connus. Par là, la psycho-analyse a d'une part restreint la méthode de pensée physiologique et d'autre part elle a conquis pour la psychologie une grande parcelle de la pathologie. La force démonstrative supérieure échoit ici aux phénomènes normaux. Il est impossible d'accuser la psycho-analyse de reporter sur le normal les connaissances acquises sur les matériaux pathologiques. Ici comme là elle apporte ses preuves indépendam-

ment les unes des autres et démontre ainsi que les phénomènes normaux comme les phénomènes dits pathologiques sont soumis aux mêmes règles.

Parmi les phénomènes normaux entrant en considération ici, c'est-à-dire les phénomènes observés sur les personnes normales, j'examinerai de façon détaillée deux espèces, les défaillances et les rêves.

Les défaillances, comme par exemple l'oubli de mots et de noms généralement familiers, l'oubli de projets, l'emploi d'un mot pour un autre en parlant, en lisant, en écrivant, l'égarement d'objets placés de façon à ne pouvoir être retrouvés, la perte d'objets, certaines erreurs commises sciemment, certains gestes et mouvements machinaux, toutes ces actions que j'embrasse sous le terme compréhensif de « défaillances » de l'homme sain et normal ont été négligées en général par la psychologie: on les classait comme « distractions » et on les attribuait à la fatigue, à une déviation de l'attention, à un effet indirect de certains états maladifs sans gravité. Or l'examen analytique montre avec une certitude capable de satisfaire toutes les exigences que ces derniers facteurs sont tout au plus des auxiliaires, favorables mais nullement indispensables.

Les défaillances sont des phénomènes psychiques complets qui ont toujours un sens et une tendance. Elles servent à des intentions déterminées qui, en raison de la situation psychologique du moment, ne peuvent se manifester autrement. Ces situations sont en général un conflit psychique par lequel la tendance la plus faible est écartée et rendue incapable de se manifester directement et réduite par conséquent aux voies indirectes. L'individu qui accomplit l'action involontaire peut la remarquer ou il peut ne pas s'en apercevoir; la tendance réprimée qui a causé cette action peut lui être connue, mais en général il ne sait pas sans analyse que l'action en question est le résultat de cette tendance. Les analyses de ces défaillances d'action peuvent en général être effectuées très facilement et très rapidement. Dès que l'on a remarqué la méprise, l'association suivante en apporte généralement l'explication.

Les défaillances constituent le matériel le plus commode pour quiconque veut se persuader de l'authenticité des conceptions analytiques. Dans un petit livre publié pour la première fois en 1904 j'ai communiqué un grand nombre de ces

exemples avec leur interprétation et j'ai pu depuis enrichir cette collection d'une quantité de contributions d'autres observateurs.¹

La tendance à fuir le déplaisir constitue le mobile le plus fréquent poussant à supprimer une intention qui alors est forcée de se manifester seulement par une action involontaire. Ainsi l'on oublie obstinément les noms de personnes contre lesquelles on éprouve un ressentiment secret, l'on oublie l'exécution de projets lorsque cette exécution n'aurait eu lieu au fond qu'à contre-cœur, par exemple pour se conformer à une obligation conventionnelle. On perd des objets lorsqu'on est brouillé avec la personne que cet objet vous rappelle, la personne qui l'a donné par exemple. On se trompe de train lorsqu'on ne fait qu'à regret le voyage entrepris et qu'on aurait préféré aller n'importe où ailleurs. Cet instinct de fuir les sentiments désagréables se montre de façon particulièrement évidente dans l'oubli d'impressions et d'événements, qui a été déjà noté par plusieurs auteurs avant la période de la psychanalyse. La mémoire est partielle et ne demande qu'à exclure de la reproduction toutes les impressions auxquelles se rattache une sensation pénible; seulement cette tendance ne peut parvenir à la réalisation dans tous les cas.

Parfois aussi l'analyse d'une défaillance d'action est moins simple et aboutit à des solutions moins limpides par suite de l'intervention d'un acte que nous désignerons par le mot *déplacement* (*Verschiebung*). On oublie par exemple le nom d'une personne pour laquelle on ne ressent aucune antipathie: mais l'analyse démontre que ce nom a éveillé par association le souvenir d'une autre personne ayant le même nom ou un nom de même assonance, pour laquelle on éprouve une juste aversion. C'est grâce à cette connexion que le nom de la personne inoffensive s'est trouvé oublié: l'intention d'oublier s'est déplacée comme au moyen d'une voie d'association mentale.

L'intention d'éviter les choses désagréables n'est d'ailleurs pas seule à se réaliser au moyen d'« actions de défaillance ». En nombre de cas l'analyse découvre d'autres tendances qui dans la situation en question ont été réprimées et sont ainsi contraintes à se manifester par derrière, pour ainsi dire, comme perturbations. Ainsi les erreurs de langage servent souvent à

¹ SIGM. FREUD, *Zur Psychopathologie des Alltagslebens*, 4^e éd., Berlin, 1912. Voir aussi différents travaux de Maeder, A. A. Brill, E. Jones, O. Rank, etc.

trahir des opinions qui devraient être cachées à l'interlocuteur. Les grands poètes ont souvent utilisé dans leurs œuvres ce motif d'erreurs de la parole prises dans ce sens. C'est un fait avéré que la perte d'objets précieux est souvent une sorte de sacrifice votif afin de détourner un malheur inattendu, et mainte autre superstition se manifeste encore comme action involontaire même chez les gens cultivés. L'égarement d'objets n'est d'ordinaire qu'une méthode de se débarrasser de ces objets, et les détériorations matérielles sont effectuées, fortuitement en apparence, afin de rendre nécessaire le remplacement des choses détériorées par d'autres de meilleure qualité, etc.

L'explication psycho-analytique des « actions involontaires » apporte quelques légères modifications au tableau de l'univers, quelque insignifiants que soient les phénomènes observés. L'homme normal lui-même est mû beaucoup plus fréquemment que nous n'aurions pu nous y attendre par des tendances antagonistes. Le nombre des événements que nous qualifions d'« accidentels » subit une restriction considérable. C'est presque un soulagement de voir tout d'abord la perte d'objets matériels se séparer de la rubrique des hasards de l'existence: notre maladresse n'est bien souvent que le manteau sous lequel se dissimulent nos intentions secrètes. Mais il existe d'autres faits d'une importance encore plus considérable: nous constatons que beaucoup des accidents graves que nous attribuons autrement entièrement au hasard révèlent à l'analyse la participation, d'ailleurs imparfaitement consciente, de la propre volonté. La distinction entre la mort par accident et la mort volontaire, si difficile à établir dans la pratique, est rendue plus douteuse encore par l'examen analytique.

Si l'explication des actions involontaires doit sa valeur théorique à la facilité de la solution et à la fréquence de ces phénomènes chez l'homme normal, ce succès de la psycho-analyse reste pourtant comme importance bien au-dessous du résultat obtenu par l'étude d'un autre phénomène de la vie psychique normale. Je veux parler de l'interprétation des rêves, « l'onirocritie »: là commence la fatalité qui contraint la psycho-analyse à se mettre en opposition avec la science officielle. La recherche médicale déclare le rêve un phénomène purement somatique dépourvu de sens et de signification; elle y voit la réaction de l'organe psychique plongé dans l'état

de sommeil sur les excitations corporelles, résultant en un réveil partiel. La psycho-analyse élève le rêve à la dignité d'un acte psychique possédant un sens, une intention, occupant une place dans l'existence psychique de l'individu et ainsi elle se met au-dessus de l'étrangeté, de l'incohérence et de l'absurdité du rêve. Les excitations corporelles n'y jouent que le rôle de matériaux qui sont élaborés dans la formation du rêve. Il n'est pas de conciliation possible entre ces deux conceptions. La conception physiologique a contre elle sa stérilité; on peut avancer en faveur de la conception psycho-analytique le fait qu'elle a interprété judicieusement des milliers de rêves qu'elle a mis à profit pour l'intelligence de la vie psychique intime de l'homme.

Dans un ouvrage publié en 1900 j'ai traité le thème important de l'« interprétation du rêve » et j'ai eu la satisfaction de voir les doctrines exposées dans ces pages confirmées et encouragées par presque tous les partisans de la psycho-analyse.¹ L'on s'accorde en général à reconnaître que l'interprétation des rêves est la pierre fondamentale du travail psycho-analytique, et que ses résultats constituent la contribution la plus importante qu'ait fournie la psycho-analyse à la psychologie.

Ce n'est pas ici le lieu d'exposer la technique par laquelle on arrive à l'interprétation du rêve, ni de motiver les résultats auxquels a abouti le traitement psycho-analytique du rêve. Je dois me borner à exposer quelques nouvelles idées, à communiquer quelques résultats, en faisant ressortir leur signification pour la psychologie normale.

La psycho-analyse proclame les théories suivantes: chaque rêve a un sens; son étrangeté provient de dénaturations que subit l'expression de ce sens, son absurdité est voulue et exprime le dédain, la raillerie et la contradiction, son incohérence est sans importance pour l'interprétation. On peut appeler le rêve, tel que nous nous le rappelons après le réveil: *substance manifeste du rêve*. Par le travail de l'interprétation exécuté sur cette substance on est amené *aux idées latentes du rêve* qui sont dissimulées derrière la substance manifeste et représentées par elle. Ces idées latentes du rêve ne sont plus ni

¹ SIGM. FREUD, *Die Traumdeutung*, 3^e éd., 1911. Voir aussi la brochure: *Ueber den Traum*, 2^e éd., 1911 et les publications de O. Rank, W. Stekel, E. Jones, H. Silberer, A. A. Brill, A. Maeder, K. Abraham, S. Ferenczi, etc.

étranges, ni incohérentes, ni absurdes, ce sont de véritables éléments de notre pensée consciente. Nous appelons *travail du rêve* ou *travail onirique* le processus qui a transformé les idées latentes du rêve en substance manifeste; c'est ce processus qui effectue la dénaturation grâce à laquelle nous ne reconnaissons plus les idées du rêve dans sa substance.

Le travail onirique est un processus psychologique dont jusqu'ici on n'a pas connu l'égal dans la psychologie. Il revendique notre intérêt sous deux rapports principaux. Premièrement il découvre des faits nouveaux tels que la *condensation* (de représentations) ou le *déplacement* (de l'accent psychique d'une représentation à une autre) que nous ne découvrons pas dans la pensée à l'état de veille ou que nous trouvons seulement comme base de ce que l'on nomme « défauts de la pensée ». Et secondement ce travail nous permet de deviner dans la vie psychique un jeu de forces dont l'activité était cachée à notre perception consciente. Nous apprenons qu'il existe en nous une *censure*, une instance scrutatrice qui décide si telle représentation naissante doit parvenir à la conscience et qui, dans la limite de son pouvoir, rejette impitoyablement tout ce qui pourrait faire naître la sensation de déplaisir ou la réveiller. Rappelons que nous avons déjà trouvé dans l'analyse des actions involontaires de défaillance quelques indices de cette tendance poussant à éviter le souvenir de sensations déplaisantes ainsi que les traces des conflits entre les tendances de la vie psychique.

L'étude du travail onirique nous contraint à admettre comme irréfutable une conception de la vie psychique qui semble pouvoir résoudre les problèmes les plus contestés de la psychologie. Le travail onirique nous contraint d'admettre une activité psychique *inconsciente* qui est de beaucoup plus étendue et plus importante que l'activité consciente à nous connue. Nous reviendrons sur ce point en examinant l'intérêt philosophique de la psycho-analyse. Ce travail nous permet d'effectuer une division de l'appareil psychique en différentes instances, en différents systèmes et montre qu'il s'effectue dans le système de l'activité psychique inconsciente des processus de tout autre espèce que ceux perçus par la pensée consciente.

La fonction du travail onirique consiste uniquement à entretenir le sommeil. « Le rêve est le gardien du sommeil ». Les pensées du rêve même peuvent être au service des fonc-

tions psychiques les plus diverses. La tâche du travail du rêve est de représenter comme accompli, au moyen d'hallucinations, un *désir* se dégageant des idées du rêve.

Il est donc permis de déclarer que l'étude psycho-analytique des rêves a ouvert le premier aperçu sur une *psychologie des profondeurs*, dont l'existence était restée insoupçonnée.¹ Il faudra faire subir à la psychologie normale des changements fondamentaux pour arriver à la mettre d'accord avec ces nouvelles connaissances.

Le cadre restreint de cette étude ne permet pas d'épuiser le sujet de l'intérêt psychologique présenté par l'interprétation du rêve. Nous nous contenterons donc de noter que le rêve est *cohérent* et constitue un *objet de la psychologie* avant de poursuivre notre examen des nouvelles acquisitions qu'a faites la psychologie sur le domaine de la pathologie.

Les nouveautés psychologiques inférées du rêve et des actions involontaires doivent pouvoir être utilisées pour expliquer d'autres phénomènes si nous devons croire à leur valeur ou même seulement à leur existence. Or la psycho-analyse a montré en effet que les admissions, l'adoption des hypothèses de l'activité psychique inconsciente, de la censure et de la répression, de la dénaturation et de la compensation, que nous avons obtenues par l'analyse de ces phénomènes normaux nous permettent également l'intelligence d'une série de phénomènes pathologiques, nous fournissent en quelque sorte la clef de toutes les énigmes de la psychologie névrosique. Le rêve devient ainsi l'image normale de toutes les formations psychopathologiques. Quiconque comprend le rêve est à même de démêler aussi le mécanisme psychique des névroses et des psychoses.

Par ses recherches partant du rêve, la psycho-analyse a été mise en état d'édifier une psychologie névrosique à laquelle viennent s'ajouter, morceau par morceau, les résultats d'un travail ininterrompu. L'intérêt psychologique que nous poursuivons ici exige seulement que nous traitions plus en détail de deux parties constitutantes de ce grand ensemble. Il s'agit de démontrer d'abord que nombre de phénomènes de la pathologie, que l'on croyait devoir expliquer physiologiquement, sont en vérité des actes psychiques, et ensuite que les

¹ La psycho-analyse actuelle rejette tout rapport avec la topique psychologique, établie sur des bases anatomiques ou histologiques.

processus qui fournissent les effets anormaux peuvent être ramenés à des forces motrices d'ordre psychique.

Éclaircissons la première assertion à l'aide de quelques exemples: on a reconnu depuis longtemps que les crises hystériques étaient des symptômes d'une excitation émotive exacerbée et pouvaient être assimilées aux explosions de passion. Charcot s'est efforcé de retenir en formules descriptives la diversité de leurs manifestations; P. Janet a découvert l'idée inconsciente agissant derrière ces crises; la psycho-analyse enfin a démontré que ce sont des représentations mimiques de scènes vécues ou imaginaires qui occupent l'imagination des malades à leur insu. Les condensations et dénaturations subies par les actions représentées rendent ces pantomimes incompréhensibles pour le spectateur. Tous les autres symptômes dits chroniques des malades hystériques se rangent également sous cette rubrique. Ce sont généralement des représentations mimiques ou hallucinatoires de visions qui gouvernent inconsciemment la vie émotionnelle des malades et qui signifient une réalisation de leurs désirs refoulés et secrets. Le caractère très douloureux de ces symptômes est causé par le conflit intérieur auquel est en proie l'existence psychique de ces malades en raison de la nécessité où ils sont de combattre les désirs inconscients de cette espèce.

Dans une autre affection neurotique, la névrose d'obsession, les malades se livrent à tout un cérémonial des plus méticuleux et en apparence dépourvu de sens qui se manifeste dans la répétition ou le rythme des actions les plus insignifiantes, telles que se lever, s'habiller, etc., ou dans l'accomplissement de prescriptions insensées, dans l'observation de défenses incompréhensibles. Ce fut un triomphe pour le travail psycho-analytique que d'arriver enfin à démontrer comment toutes ces actions forcées, et même les plus insignifiantes et les plus futiles d'entre elles, sont remplies de signification, comment elles reflètent sur la matière indifférente les conflits de la vie, la lutte entre les tentations et les obstacles moraux, le désir honteux lui-même et les peines et pénitences qu'il provoque. Dans une autre forme de la même maladie les malades souffrent de représentations pénibles, — idées fixes — qui s'imposent à eux accompagnées d'émotions dont l'espèce et l'intensité ne sont souvent que très peu expliquées par la teneur des idées fixes mêmes. L'examen analytique a montré

ici que les émotions sont entièrement justifiées, car elles correspondent à des reproches qui ont au moins un fond de *réalité psychique*. Les représentations rattachées à ces émotions ne sont plus les idées originelles, mais elles sont arrivées à ce rapport par la transmission (déplacement, substitution) de quelque chose de réprimé. La réduction de ces substitutions prépare la voie à l'intelligence des idées réprimées et fait apparaître le lien entre l'émotion et la représentation dans son entière conformité.

Dans une autre affection neurotique, la *Dementia praecox* incurable proprement dite (paraphrénie, schizophrénie) qui, dans les cas les plus graves, rend les malades absolument apathiques en apparence, il ne reste souvent comme uniques actions que certains mouvements et gestes répétés de façon monotone, ce que l'on a désigné par stéréotypie. L'examen analytique de tels restes d'activité (fait par C. G. Jung) les a fait reconnaître pour les vestiges d'actes mimiques raisonnables par lesquels s'exprimaient jadis les émotions gouvernant l'individu. Les discours les plus insensés, les mouvements et les positions les plus bizarres de ces malades ont néanmoins permis de les comprendre et de les coordonner dans l'ensemble de la vie psychique depuis qu'on s'en est approché avec des hypothèses psycho-analytiques.

Il en est de même des délires et des hallucinations, des systèmes de démente des différents aliénés. Là où jusqu'ici le caprice le plus bizarre semblait régner, le travail psycho-analytique a montré la loi, la régularité et la continuité, ou du moins les a fait pressentir en tant que ce travail est encore inachevé. Dans les diverses formes de maladie on a reconnu les issues de processus identiques dans leur essence, qu'il est possible de comprendre et de décrire par les conceptions psychologiques.

Partout le *conflit psychique* que nous avons découvert dans la formation du rêve est en jeu, la *répression* de certaines impulsions instinctives refoulées dans l'Inconscient par d'autres forces psychiques, les *formations réactives* des forces qui répriment et les *formations compensatrices* des instincts réprimés, mais non entièrement dépouillés de leur énergie. Les processus de la *condensation* et de la *substitution* que le rêve nous a révélés se manifestent partout par ces actes. La diversité des formes morbides observées dans la clinique de psy-

chiatric dépend de deux autres diversités: de la multiplicité des mécanismes psychiques qui sont à la disposition du travail de répression et de la multiplicité des dispositions évolutionnistes-historiques qui permettent aux émotions réprimées de se faire jour par les formations compensatrices.

Une bonne moitié de la tâche de la psychiatrie ne peut être remplie, d'après la psycho-analyse, que par la psychologie. Néanmoins ce serait une grave erreur de supposer que l'analyse recherche ou recommande une conception purement psychologique des perturbations psychiques. Elle ne peut méconnaître le fait que l'autre moitié du travail de la psychiatrie a pour objet l'influence des facteurs organiques (mécaniques, toxiques, infectieux) sur l'appareil psychique. Dans l'étiologie des perturbations psychiques elle ne réclame même pas pour les plus légères d'entre elles, pour les névroses, une origine purement psychogène; mais elle recherche leur cause dans l'influence exercée sur la vie psychique par un élément de nature indubitablement organique sur lequel nous reviendrons plus tard.

Les résultats détaillés de la psycho-analyse appelés à devenir importants pour la psychologie générale sont trop nombreux pour pouvoir être énumérés ici. Je me contenterai de mentionner deux autres points encore. D'abord la manière absolument nette dont la psycho-analyse réclame la primauté dans la vie psychique pour les actes émotifs, puis la preuve d'une mesure insoupçonnée de perturbation émotive et d'aveuglement de l'intelligence chez l'homme normal tout comme chez le malade.

Wien, Universität.

SIGM. FREUD

(Traduit par M. W. Horn. - Grossharthau-Dresden).

QU'EST-CE QUE LE SANSKRIT ?

I.

Les lecteurs de cette Revue savent — il y a lieu de le supposer — que l'on entend par sanscrit l'ancien indien, tel qu'il a été employé autrefois et est encore employé aujourd'hui dans la haute littérature indienne; et, de plus, que l'ancien indien était la langue des Indiens aryens, c'est-à-dire de la branche des Indogermains qui a immigré dans l'Inde aux temps préhistoriques. C'est tout autre chose que nous nous proposons; nous voulons étudier l'importance et la position du sanscrit dans l'évolution de la langue et de la civilisation indiennes. En effet, le rôle que l'écriture chinoise a joué à l'égard de la civilisation chinoise, le sanscrit l'a joué à l'égard de la civilisation indienne: il a été l'instrument le plus puissant qui ait servi à créer et à maintenir son unité. Toutefois il y a là une distinction importante à établir. L'écriture chinoise est une écriture idéographique, et, par suite, elle est, dans une large mesure, indépendante de la forme phonétique des mots, des changements qu'ils éprouvent avec le temps et de leurs différences dialectales; le sanscrit, au contraire, est une véritable langue, dans laquelle la forme phonétique des mots, et même la prononciation — abstraction faite de l'accentuation — n'ont pas subi de changements essentiels depuis plusieurs milliers d'années. Sans doute l'ancien indien a fait, pendant cette longue période, divers gains et diverses pertes en ce qui concerne son vocabulaire, et, dans une plus faible mesure, en ce qui concerne ses formes grammaticales, mais son habitus est resté le même; aussi ne peut-il pas y avoir de doute qu'on n'ait tou-

jours affaire à une seule et même haute langue indienne au même stade de son évolution, de même que la langue de la loi des douze tables, celle de Plaute, de Tite Live, de S.^t Augustin, de S.^t Thomas d'Aquin, etc., ne sont que des phases d'une seule et même langue latine. Comment le sanscrit a-t-il pu rester si immuable au cours du temps ?

On peut poursuivre plus loin la comparaison de l'ancien indien avec le latin. Le latin subit, dans les premiers temps, une évolution rapide, et atteint ensuite, à l'époque classique, sa forme parfaite, de sorte que sa grammaire est fixée pour toujours et qu'il ne saurait plus s'y produire de nouvelles formes grammaticales. Or il en est de même de l'ancien indien, avec cette différence cependant que l'évolution du latin se fait principalement dans le domaine de la phonétique, et l'évolution de l'ancien indien dans ceux des formes grammaticales et du vocabulaire. Le plus ancien monument linguistique de l'Inde, le *R̥gveda*, présente encore une étonnante abondance de formes grammaticales. Mais le monument qui vient immédiatement après le *R̥gveda* dans l'ordre chronologique, à savoir l'*Atharva Veda*, manifeste déjà, sous ce rapport, une régression marquée. Et les ouvrages rituels, c'est-à-dire les *Brāhmaṇa*, qui font également partie de la Révélation, se rapprochent déjà beaucoup du sanscrit classique. En effet cette langue fut fixée grâce à l'activité des grammairiens, dont les travaux prirent fin au second siècle avant J.-C. C'est ce que montre déjà le nom de sanscrit ou de *saṃskṛta*, qui se rapporte aux opérations savantes des grammairiens concernant la formation des mots (*saṃskāra*). Il se forma ainsi une unité linguistique artificielle ; la correction du langage fut établie pour toujours par la grammaire, et bientôt il ne fut plus possible d'y atteindre que par l'étude de la grammaire. En conséquence, l'histoire du sanscrit classique n'est pas celle de l'évolution de la langue, puisque cette évolution était déjà achevée, mais celle des différentes positions qu'elle occupa, au cours de deux mille ans, dans la vie intellectuelle de l'Inde. Mais avant d'étudier ce point de plus près, il nous faut jeter un coup d'œil sur l'évolution linguistique naturelle qui eut lieu à côté du sanscrit.

Tandis que l'ancien indien nous représente essentiellement une langue, il en est tout autrement du moyen indien. Le moyen indien représente une évolution linguistique plus ré-

cente : il est à l'égard du sanscrit à peu près comme les langues romanes à l'égard du latin ; il est scindé en un grand nombre de dialectes, de langues voisines les unes des autres. Toutes ces langues sont désignées, par opposition avec le sanscrit, sous le nom de *pracrit*. C'étaient primitivement les langues vulgaires, qui différaient entre elles suivant les lieux et se modifiaient avec le temps ; quelques-unes, comme le *pāli*, le *jainapracrit*, le *māhārāṣṭrī*, se sont assez perfectionnées pour devenir des langues littéraires. Les plus anciennes inscriptions en moyen indien qui nous soient connues sont relatives à l'empereur *Aśoka* ; elles remontent au milieu du troisième siècle avant J.-C. A cette époque déjà, l'écart entre le *pracrit* et le sanscrit, considéré d'un point de vue purement linguistique, n'était guère moindre que celui qui existe entre l'italien et le latin. Mais en faisant cette comparaison, il ne faut pas oublier que les Latins et les Italiens appartiennent à deux périodes différentes de la civilisation, tandis que c'est à la même période de la civilisation que, parmi les Indiens, les uns parlaient le sanscrit et les autres le *pracrit*.

Quinze cents ans environ après l'époque dont il vient d'être question, le nouvel indien naît du moyen indien, constituant ainsi un troisième stade de l'évolution de la langue indienne ; les langues européennes n'offrent pas l'analogue de ce stade, car jusqu'à présent elles ne sont parvenues qu'au stade qui est représenté dans l'Inde par le *pracrit*. Le nouvel indien s'est scindé en beaucoup de dialectes et de langues, comme l'*hindī*, le *bengālī*, le *panjabī*, le *guzeratī*, le *marāṭhī*, etc., dont plusieurs, depuis le douzième siècle, se sont élevés, les uns plus tôt, les autres plus tard, au rang de langues littéraires.

Mais le sanscrit est resté la haute langue ; il a maintenu sa préséance non seulement vis-à-vis de ces langues, qui sont ses filles ou ses petites-filles, mais encore vis-à-vis d'autres langues n'ayant aucune parenté avec lui, à savoir celles des autochtones que les Indiens aryens (c'est-à-dire le peuple où l'on faisait usage du sanscrit) trouvèrent lors de leur immigration préhistorique dans l'Inde, dont ils subjuguèrent et s'assimilèrent une partie et dont ils refoulèrent l'autre partie dans des contrées lointaines. Ces autochtones remplissent de leurs masses compactes la moitié méridionale de la péninsule (leur nombre est de 56 millions environ) ; ce sont les *Dravides*,

qui se distinguent nettement, par la race et par la langue, des Indiens aryens. Cependant ils ne purent pas résister, à la longue, à l'influence de la civilisation brahmanique; car, de même que partout dans l'Inde aryenne, il s'est établi de bonne heure, dans toutes les parties des pays dravidiqnes, des familles brahmaniques, qui y ont apporté et propagé la civilisation brahmanique commune. Depuis le troisième siècle avant J.-C., et probablement depuis une époque bien antérieure, la civilisation, dans l'Inde, a toujours présenté une unité manifeste, aux différents degrés par lesquels elle a passé. Plus la différence des races était prononcée et plus les divergences de leurs langues les empêchaient de se comprendre entre elles, plus acquérait d'importance le lien qui les unissait, à savoir la civilisation brahmanique. Or cette civilisation avait trouvé dans la littérature sanscrite, tant sacrée que profane, l'expression qui lui permettait de s'imposer; en conséquence, le sanscrit était devenu une haute langue indienne, qui jouait un rôle proportionné au crédit et au prestige acquis par la civilisation brahmanique. L'existence de la civilisation brahmanique exigea donc, à toutes les époques, la connaissance du sanscrit; cette connaissance était nécessaire non seulement pour pouvoir comprendre les anciens ouvrages, mais encore pour pouvoir en composer de nouveaux en sanscrit. Nous allons exposer maintenant dans quelle mesure le sanscrit était connu et employé aux différentes époques de l'histoire. Nous commençons par l'époque moderne.

II.

De ce qui a été dit plus haut au sujet de l'écart existant entre la langue vulgaire actuelle et le sanscrit il résulte que, depuis bien des siècles déjà, le sanscrit doit être appris méthodiquement, comme une langue étrangère. A la vérité, le jeune Indien a l'avantage, surtout s'il appartient à un milieu cultivé, de posséder un vocabulaire sanscrit d'une assez grande étendue avant même d'avoir commencé l'étude particulière de cette langue; car le langage des personnes cultivées est tout parsemé de mots empruntés au sanscrit. La plupart de ceux qui apprennent aujourd'hui le sanscrit dans les « high schools » et dans les « colleges » n'arrivent pas à le savoir beaucoup mieux que les « abiturienten » de nos gymnases ne savaient

autrefois le latin. Mais celui qui apprend le sanscrit en suivant la méthode indigène, qui était pratiquée partout avant l'introduction de l'enseignement anglo-indien, en acquiert une connaissance beaucoup plus approfondie, et cette étude donne à sa pensée un *character indelebilis*. On commence à l'instruire, ou plutôt à l'entraîner, dès sa tendre enfance, et l'on impose à sa mémoire un travail qui ne convient qu'à un esprit jeune que rien d'autre n'occupe. Disons seulement que, lorsqu'il suit le cours ordinaire, on lui fait apprendre par cœur un dictionnaire de synonymes sanscrits. Cette pratique n'a pas pour seul effet de faire emmagasiner à la mémoire de l'enfant des milliers de vocables sanscrits; elle en a un autre qui n'est guère moins important. Voici quel est cet effet. Un pareil dictionnaire de synonymes, qui a été composé il y a bien des siècles, à une époque où l'ancienne civilisation indienne régnait sans partage et sans conteste, est, dans une certaine mesure, un inventaire bien ordonné de cette civilisation; de la sorte, l'enfant prend connaissance de l'ancienne civilisation indienne et se familiarise avec l'image traditionnelle du monde avant d'avoir appris à le connaître dans sa réalité. En même temps que le vocabulaire sanscrit, il s'assimile les idées que l'on avait sur le monde dans l'Inde ancienne. Quand ensuite il entreprend la lecture des auteurs, il entre dans un monde qui lui est déjà connu. Dans l'explication des auteurs, la plupart des professeurs se servent du sanscrit; il en résulte que les élèves eux-mêmes commencent de très bonne heure à parler le sanscrit, d'une façon plus ou moins correcte, il est vrai, mais en général très couramment. Mais la connaissance de la langue et la compréhension des poètes classiques ne constituent pas le véritable but de l'instruction; d'ailleurs elles sont considérées comme n'indiquant qu'un faible degré de savoir; on ne leur reconnaît pas d'autre utilité que de rendre possible l'étude des sciences indiennes, qui, ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, sont également exposées dans des ouvrages sanscrits. Celui qui s'est livré à de pareilles études est regardé comme un savant et appelé pandit. Il y avait et il y a encore des pandits de tous les degrés: il y en a qui estropient le sanscrit, mais qui, en émaillant leur conversation de nombreuses citations de maximes sanscrites, savent se donner une apparence d'érudition; par contre, on en trouve qui possèdent dans son entier l'ancienne culture indienne. Beaucoup ont étudié à fond certaines

disciplines et savent discuter sur des sujets empruntés à ces disciplines; d'autres visent à la gloire poétique et composent en sanskrit des poésies qui ne sont pas mauvaises, même quand ils les font impromptu. Nous sommes renseignés sur le genre de vie des pandits par la description suivante que Bühler en a faite en 1875 (*Vikramāṅkadevacharita*, Introduction, p. 17):

« Aujourd'hui encore on rencontre partout, dans l'Inde, des poètes et des pandits ambulants. J'ai reçu moi-même des visites de pareils lettrés, qui venaient du Pundjab et d'Oude. Ils s'étaient rendus tour à tour aux différentes petites cours princières du nord de l'Inde et du Radjepoutanah, où ils s'étaient livrés à des disputations, avaient montré leur érudition et avaient fait des vers impromptus, afin de divertir les princes qui s'intéressaient à l'ancienne langue et à l'ancien savoir de leur pays. Lorsqu'ils avaient réussi à produire une impression favorable sur un prince et à obtenir qu'il leur vînt en aide, ils avaient prolongé leur séjour à sa cour, jusqu'à ce qu'enfin leur protecteur se fût lassé d'eux ou que les cabales des pandits locaux leur eussent fait perdre sa faveur. Car la plus petite principauté a ses pandits, qui ont des droits héréditaires sur les libéralités du rājā et qui veillent jalousement à ce qu'aucun étranger n'empiète sur leur domaine. Quand un étranger réussit à entrer assez avant dans la faveur du prince pour qu'il lui donne plus que le secours (*dakṣiṇa*) accordé à tous les savants étrangers, les pandits locaux emploient tous les moyens pour faire partir l'intrus, et j'ai entendu bien des pandits ambulants se plaindre amèrement à moi de pareils confrères, qui jouissent de revenus héréditaires ».

Mais la culture et le savoir ne sont pas les seuls facteurs qui maintiennent la connaissance et l'usage du sanskrit; la religion y contribue au moins aussi fortement. Car les ouvrages religieux des communautés soit orthodoxes soit hétérodoxes sont également composés, pour la plupart, en sanskrit. Dans les temples et aux fêtes religieuses, on lit aujourd'hui encore des textes sanscrits comme le *Mahābhārata* et les *Purāṇas*, et les fidèles écoutent cette lecture avec recueillement, sans en comprendre le sens, tout comme chez nous une sœur de la Charité ou un religieux se sert d'un paroissien latin sans savoir le latin. Par elle-même, la langue sacrée inspire le recueillement à l'âme pieuse. Enfin remarquons encore que la récitation journalière de certains textes védiques constitue un

devoir religieux pour tout Aryen: il est vrai que ce devoir n'est plus rempli dans toute sa rigueur et dans toute son étendue que par les brahmanes les plus conservateurs.

Il résulte de ce qui précède que la civilisation indienne suppose nécessairement la connaissance du sanscrit, et que la régression de cette civilisation n'a pu qu'entraîner celle du sanscrit. A l'époque moderne, où les idées de l'Occident pénètrent dans l'Inde par les canaux les plus divers et en nombre toujours croissant, où la connaissance de l'anglais est nécessaire, ou au moins utile, pour beaucoup de positions non seulement dans les administrations publiques mais encore dans le commerce, l'ancienne civilisation indienne court le danger de devenir de plus en plus surannée, et le sanscrit perd de sa force d'attraction dans la même mesure.

Avant la domination britannique, l'extension de l'Islam dans de vastes régions du pays, notamment dans toute l'Inde septentrionale, mit fin au règne exclusif de l'ancienne civilisation indienne, mais ne put pas cependant lui ravir son influence sur la population non mahométane. Pendant la période où l'Islam s'est répandu et s'est fortement implanté dans l'Inde, on a encore écrit en sanscrit un nombre extrêmement considérable d'ouvrages des genres les plus divers. Si, à cette époque, les langues vulgaires commencèrent à jouer un rôle important dans la littérature, elles n'en restèrent pas moins un moyen d'expression réservé aux sujets populaires, notamment à la poésie religieuse, et chacune d'elles resta confinée dans la région où elle était parlée. La haute culture intellectuelle continua à être regardée comme le bien commun de l'Inde entière, et trouva après comme avant sa seule expression possible dans la haute langue commune à tout ce pays, c'est-à-dire dans le sanscrit.

Mais avant les conquêtes des mahométans, la civilisation indienne régnait sans partage et sans conteste sur l'Inde tout entière. De même que dans la description de Bühler reproduite ci-dessus, les nombreuses cours de princes et de grands seigneurs étaient des centres de haute culture, mais dans une mesure incomparablement plus large, et les cultes indigènes fleurissaient sans avoir encore d'antagonistes ni de rivaux étrangers. Par suite, rien ne restreignait encore le rôle du sanscrit, tandis que, sous la domination de l'Islam, le néo-persique, qui était la haute langue des gouvernants, avait fait au sanscrit,

qui était la haute langue indienne, une concurrence heureuse, notamment dans les cours des princes. Auparavant la seule haute langue de l'Inde était le sanscrit. Et si son véritable titre consistait en ce qu'il était le moyen d'expression donné de toute la vie intellectuelle supérieure, il est pourtant une autre circonstance qui, nécessairement, contribua beaucoup à son expansion. Partout où, à côté de la langue usuelle, il existe une autre langue plus noble, les hautes classes ont toujours eu la tendance de se servir de cette dernière, afin de rendre plus manifeste leur supériorité sur la masse du peuple. Il n'en a sans doute pas été autrement dans l'Inde.

Essayons maintenant, à l'aide des témoignages que nous pourrions recueillir sur ce point, de savoir dans quelle mesure le sanscrit a été employé dans le premier millénaire de notre ère. Peu avant l'époque où les mahométans s'emparèrent du pouvoir, trois langues étaient en usage : 1. la langue vulgaire, qui différait d'une région à l'autre, et qui ne se prêtait pas encore à la littérature ; 2. le pracrit, qui était déjà devenu une langue littéraire ; c'est dans cette langue qu'étaient écrits les ouvrages destinés aux milieux qui n'avaient pas une grande culture ; 3. le sanscrit, qui était la haute langue commune à l'Inde entière.

Dans la seconde moitié du onzième siècle, le poète Bilhana, vantant la capitale du Kachmir, son pays natal, dit que dans chaque maison de cette ville les femmes elles-mêmes parlent le sanscrit et le pracrit aussi facilement que la langue du pays. C'est peut-être là une forte exagération poétique ; quoi qu'il en soit, on a le droit de conclure des dires de ce poète qu'à cette époque le sanscrit était si répandu que beaucoup de femmes le savaient. Un autre témoignage date de l'année 906 après J.-C., et a d'autant plus de poids que celui dont il émane, et qui avait pour nom Siddharṣi, appartenait à une secte non brahmanique, celle des Jainas ; ses dires ne se rapportent donc pas aux milieux brahmaniques, où la culture du sanscrit était en quelque sorte officielle. Siddharṣi a écrit un grand ouvrage allégorique, qui est comparable au *Pilgrim's Progress* de Bunyan, et qui, comme ce dernier livre, avait pour but de servir à propager la « vraie » religion. Dans l'introduction de cet ouvrage, il explique pourquoi il l'a écrit en sanscrit. Il dit que ceux qui tirent vanité de leur culture ne veulent admettre que le sanscrit, et que les autres préfèrent le pracrit.

Il ajoute que, pour être lu des premiers et les gagner à la vérité, il a écrit ce livre en sanscrit, mais qu'il l'a écrit dans un sanscrit sans prétention, de façon à être compris des seconds. Et en effet son sanscrit est facile et coulant; de plus, il est généralement correct, mais il contient de nombreux vulgarismes de différents genres. Cet ouvrage était destiné à être lu en public: il suppose donc un auditoire mêlé; ainsi, à cette époque, c'est-à-dire au dixième siècle, un pareil auditoire comprenait sans difficulté un sanscrit qui n'était pas trop recherché.

Un rhétoricien du 6^e ou du 7^e siècle, Bhāmaha (II, 3), exige des poésies sanscrites qui doivent avoir le caractère de la clarté, que des personnes non savantes, femmes et enfants, les comprennent. A son époque une connaissance du sanscrit assez considérable se trouvait donc même chez les femmes et les enfants; il est vrai qu'il ne pourrait s'agir que des personnes appartenant aux classes cultivées.

L'emploi du sanscrit comme langue parlée apparaît dans les disputations, qui, de toute antiquité, ont été en honneur. Un savant devait savoir défendre ses idées ou réfuter celles de ses adversaires dans une disputation publique. Dans la plupart des cas, l'auditoire était probablement composé de savants. Mais nous savons qu'on se livrait à des disputations sur des sujets religieux, et qu'elles étaient même particulièrement en faveur; or nous devons admettre que, dans ce cas, le public était mêlé, et que néanmoins il pouvait suivre la discussion, qui était conduite en sanscrit. La même remarque s'impose, avec plus de force encore, lorsqu'il s'agit des disputations de médecins; on trouve des renseignements précis sur ces disputations dans un livre de médecine (*Caraka*, III, 8) qui remonte aux premiers siècles de notre ère.

Les témoignages que nous venons de citer montrent que, dans le premier millénaire de notre ère, le sanscrit était parlé par les représentants de la science, et qu'il était au moins compris par les personnes cultivées. Mais les drames nous donnent des renseignements plus importants sur l'emploi du sanscrit. Dans les drames indiens, en effet, les hommes le plus haut placés: princes, ministres, généraux, brahmanes de rang élevé, etc. parlent sanscrit, les autres, ainsi que les femmes, parlent pracrit, à peu d'exceptions près. Le dialogue entre ces deux couches sociales a donc lieu en deux langues. On voit que ceux même qui ne parlaient pas le sanscrit le com-

prenaient quand on leur parlait dans cette langue. Le bilinguisme dans le même peuple ou dans la même race se trouve aussi ailleurs: ainsi chez les Caraïbes les hommes parlent caraïbe et les femmes arowak, et chez les Javanais les supérieurs parlent à leurs inférieurs en kromo et les inférieurs parlent à leurs supérieurs en ngoko. Pareille chose se trouve aujourd'hui encore dans l'Inde dans une mesure moindre. Un brahmane très cultivé emploie un si grand nombre de mots empruntés au sanscrit qu'un Indien tout à fait inculte parlant le même dialecte que lui ne le comprendrait pas. Mais chez lui il est compris des femmes elles-mêmes, bien que celles-ci emploient des mots dialectaux au lieu de mots sanscrits. Dans les anciens temps, les différences existant entre les langages de deux interlocuteurs inégalement cultivés étaient beaucoup plus considérables: ce n'était pas seulement le vocabulaire qui différait, mais tout l'habitus de ces langages. Mais d'autre part on a fait remarquer avec raison que la différence entre un mot sanscrit et le mot pracrit correspondant n'est pas si grande qu'une personne parlant le pracrit n'ait pu, avec un peu d'exercice, en comprendre une qui parlait le sanscrit, de même que quelqu'un qui parle le haut allemand arrive rapidement à comprendre le bas allemand. Les interlocuteurs dont l'un parlait sanscrit et l'autre pracrit ne devaient pas bien se rendre compte eux-mêmes qu'il leur avait fallu de l'exercice pour arriver à se comprendre mutuellement, car quiconque appartenait aux hautes classes de la société s'était habitué au bilinguisme dès sa jeunesse. Mais ceux qui n'étaient pas en contact avec les milieux où régnait ce bilinguisme devaient avoir de la peine à comprendre le sanscrit. Il en était de même autrefois du haut allemand. Je me rappelle qu'une fois, en Suisse, une vieille bonne femme, à une question de laquelle j'avais répondu en haut allemand, ne comprit pas ma réponse et me répliqua, toute désespérée: « Je ne parle pas le français ».

Et maintenant, sur la langue de quelle époque les drames nous renseignent-ils ? Le plus ancien dramaturge qui nous soit connu, à savoir Aśvaghoṣa, des œuvres duquel nous n'avons d'ailleurs que quelques fragments, a écrit au deuxième siècle après J.-C.; celui qui vient ensuite, c'est-à-dire Bhāsa, dont les œuvres ont été trouvées récemment et sont déjà publiées en partie, a vécu au troisième ou au quatrième siècle. Mais entre

ces deux écrivains il y a une différence sensible en ce qui concerne le pracrit; chez Ásvaghosa, il est à un stade plus ancien que chez Bhāsa. Ce dernier auteur semble donc avoir mis le pracrit scénique en harmonie avec la langue de son temps; par suite, ses œuvres nous renseignent sur cette langue. Enfin Kālidāsa (au cinquième siècle) met en usage, pour les vers dramatiques, un nouveau pracrit, le māhārāṣṭrī, langue dans laquelle de nombreuses œuvres poétiques avaient été composées. L'exemple qu'il donna sous le rapport des langues scéniques fut suivi par tous ses successeurs jusqu'aux temps modernes, de sorte qu'on ne peut tirer de leur emploi aucune conclusion relative aux langues en usage en dehors du théâtre. Mais on peut inférer des témoignages plus anciens dont il a été question que, pendant les cinq premiers siècles environ de notre ère, le sanscrit et le pracrit étaient parlés par les hautes classes de la société, chacun dans la mesure indiquée plus haut, et que les personnes des classes inférieures qui étaient en contact constant avec les hautes classes comprenaient le sanscrit quand on leur parlait dans cette langue.

On a cherché à montrer que les drames indiens ne donnent pas d'indications au sujet des langues en usage aux époques où ils furent composés: on a parlé de pièces de théâtre, représentées dans l'Inde moderne, auxquelles la plupart des gens, au dire d'un témoin oculaire, n'assistent que pour voir la représentation et entendre la musique instrumentale et le chant, étant incapables de comprendre le texte, de même qu'aux concerts du Covent Garden le texte italien n'est compris que d'une minorité. Mais peut-on croire sérieusement que Bhāsa et Kālidāsa n'ont écrit leurs drames que pour que de pareils buts pussent être atteints? Ou que les dramaturges auraient donné des indications aussi exactes au sujet de points particulièrement importants (*sandhyanga*), soit au point de vue du fond, soit au point de vue de la langue, à observer dans les différentes parties de l'intrigue dramatique, si le dialogue, qui seul permet au public de saisir l'intrigue, avait été inintelligible pour lui? Nous avons du reste un témoignage direct pour le fait que les vers sanscrits des anciens drames étaient compris du public. Car Bharata (au 3^e ou au 4^e siècle après J.-C.) donne expressément dans son art dramatique (*Nāṭyaśāstra*, 16,118) le précepte que les vers sanscrits doivent être facilement compréhensibles pour le peuple (*janapada*).

III.

Le bilinguisme, attesté par les drames, a eu une conséquence remarquable. Le sanskrit était familier à celui qui parlait le prakit, puisqu'il l'entendait constamment parler. Cependant il est probable qu'il n'osait pas s'en servir lui-même dans la conversation, de peur de faire des fautes qui l'auraient rendu ridicule et auraient trahi son manque d'instruction. Pareille crainte n'avait pas de raison d'être quand il se trouvait avec ses égaux, et il est probable qu'alors il imitait souvent la manière de parler des classes élevées, car c'est un genre d'amusement très goûté des Indiens. Dans la vie pratique, il pouvait y avoir d'autres motifs encore à parler sanskrit, notamment quand quelqu'un désirait se présenter au public comme réformateur ou donner à ses paroles plus d'autorité. Ce que parlaient de pareilles gens n'était naturellement pas du bon sanskrit, mais un prakit plus ou moins habilement transformé en sanskrit par l'imitation des formes phonétiques de cette langue. Or nous possédons des documents écrits en un pareil sanskrit hybride; la plupart de ces documents sont des poésies, dites Gāthās, qui sont insérées dans des ouvrages canoniques des bouddhistes du nord de l'Inde; les autres, en petit nombre, sont des ouvrages en prose dus à ces mêmes bouddhistes. Les auteurs de ces ouvrages en sanskrit hybride n'avaient certainement pas appris le sanskrit méthodiquement, ainsi qu'il aurait fallu le faire à cette époque (et antérieurement déjà) pour le bien savoir; mais, comme ils l'entendaient constamment parler, ils l'avaient tellement dans l'oreille qu'ils surent donner à la langue dont ils firent usage dans ces productions l'apparence du sanskrit. Cette langue mixte semble avoir été particulièrement en faveur dans « la bonne compagnie », ainsi qu'il résulte d'un passage du Kāmasāstra, l'ars amandi indien, qui a été composé vers le troisième ou le quatrième siècle après J.-C. En effet, à la page 60 de cet ouvrage, il est conseillé aux personnes « distinguées » de ne parler dans le monde, pour s'y faire apprécier, ni le sanskrit pur, ni le dialecte pur. Mais ce sanskrit hybride ne put pas se maintenir longtemps dans la littérature, car il paraissait nécessairement incorrect à côté du sanskrit parfait employé dans la haute littérature, de même que le latin du moyen-âge disparut, à la Renaissance, devant

l'imitation du latin classique. Les documents que nous possédons nous permettent de constater que le sanscrit hybride a été peu à peu si bien épuré qu'il a fini par devenir tout à fait correct.

La tentative de former, en sanscritisant la langue vulgaire, une « *lingua franca* » pour toutes les personnes cultivées, en prenant ce mot dans son sens le plus large, avait donc échoué. On demandera peut-être pourquoi quelque forme préférée du moyen indien n'est pas arrivée à jouer ce rôle. A partir du milieu du troisième siècle avant J.-C., on a fait des inscriptions en des dialectes du moyen indien, tandis qu'auparavant, d'après le témoignage de Kautilya (300 ans avant J.-C.), la stéganographie royale se servait, principalement du moins, du sanscrit. Dans différentes parties du pays, la langue régionale s'était manifestement façonnée de manière à devenir la langue de la chancellerie, et par là elle était devenue également propre à d'autres usages. Des chefs populaires de mouvements religieux s'en servaient certainement pour leurs productions didactiques et religieuses. Mais de pareilles productions n'étaient pas accessibles à l'Inde tout entière. Malgré le rôle si important joué par Bouddha, fondateur de religion déifié, l'emploi de sa langue maternelle ne s'est pas perpétué, même parmi ses sectateurs. Car le pâli, langue dans laquelle est rédigé le canon des bouddhistes du sud, ne se confond nullement avec le māgadhī, que parlait Bouddha; et les bouddhistes du nord s'accordèrent finalement pour reconnaître le sanscrit comme langue canonique. Un dialecte du moyen indien (le paśācī), dans lequel a été composée une épopée romantique qui a joui d'une grande faveur, et qui est en même temps une collection de récits populaires, ne s'est pas généralisé malgré le succès de cet ouvrage. Après que ce grand ouvrage se fut répandu sous la forme de traductions sanscrites, l'original se perdit, et la langue dans laquelle il est écrit n'est plus connue que par les indications de grammaires pracrites et par de maigres échantillons. Un seul dialecte du pracrit, le mākharāṣṭrī, dans lequel une poésie raffinée, fortement teintée d'érotisme, avait antérieurement déjà trouvé son moyen d'expression, réussit à se généraliser. Mais il ne parvint à occuper que la position de langue secondaire de la poésie, à côté du sanscrit. Seule la secte des Jainas a employé pendant des siècles ce dialecte — non sans modifications — comme langue littéraire, à côté

du sanskrit; elle a fini d'ailleurs par donner la préférence au sanskrit.

Ainsi aucun des dialectes du moyen indien n'avait pu s'élever au rang de langue commune. Mais ces dialectes ne purent même pas se maintenir à la longue, parmi les Aryens, comme langues de chancellerie, du moins pour les documents officiels tels que les inscriptions et les actes de donation. A partir du second siècle après J.-C., les sanskritismes deviennent de plus en plus fréquents dans les inscriptions, qui auparavant étaient rédigées en un pracrit pur; cela tient probablement à ce que les rédacteurs de ces inscriptions se considéraient comme étant presque des savants (c'est toujours le cas chez pareilles gens) et ne voulaient pas se refuser le plaisir de flirter avec la langue savante. C'est à peu près de la même époque que datent les premières inscriptions en sanskrit pur; au quatrième siècle, elles deviennent plus générales, et, au sixième siècle, le sanskrit a remporté la victoire même en ce qui concerne la rédaction des inscriptions.

L'aperçu que nous venons de donner des diverses tentatives infructueuses qui furent faites pour parvenir à une langue commune plus populaire que le sanskrit, qui restait à un stade depuis longtemps atteint de son évolution — cet aperçu, disons-nous, est particulièrement instructif parce qu'il montre de la façon la plus claire que la position du sanskrit était fondée sur l'état de la société indienne, et qu'elle était, en conséquence, inébranlable. La plus haute culture intellectuelle était brahmanique, et, par suite, commune à l'Inde entière; car les principes brahmaniques formaient la base des organisations sociales et politiques, ce que Kaṭilya constate expressément dans son ouvrage sur la politique, écrit vers l'année 300 avant J.-C. C'est pourquoi lorsqu'on tenta, comme on le fit sous le règne d'Âśoka, de faire reposer l'État sur d'autres bases que les bases brahmaniques, ou lorsque des parties de l'Inde furent soumises temporairement à des maîtres non indiens, lorsque, par exemple, sa portion occidentale subit la domination éranique et sa portion nord-ouest la domination indoscythique, ce ne furent que des phénomènes passagers: la plus grande partie de l'Inde resta fidèle aux idéals brahmaniques, et ceux-ci reconquirent toujours les domaines qui leur avaient été enlevés pour un temps.

IV.

Quelle place le sanscrit occupa-t-il comme haute langue commune à l'Inde entière dans les siècles voisins du commencement de notre ère ? C'est ce que nous apprendra un coup d'œil jeté sur la littérature sanscrite produite pendant cette période. Rappelons en particulier que c'est à cette époque que fut entreprise la rédaction du Mahābhārata. On appelle généralement cet ouvrage la grande épopée, mais en réalité c'est quelque chose d'autre, c'est un recueil de poèmes didactiques et légendaires qui a été fait sous l'égide d'une communauté religieuse vouée au culte de Viçnou, et qui a été joint à une épopée plus ancienne mais remaniée par ces mêmes auteurs, qui étaient autant poètes que prêtres (*sūta*). Ce recueil, qui, avec son appendice, contenait 100.000 vers doubles, n'était pas exclusivement destiné à la caste des brahmanes; il s'adressait également à tous les Aryens disposés à reconnaître la supériorité presque divine à laquelle les brahmanes prétendaient. Or il fallait qu'un pareil ouvrage, qui visait à faire de la propagande en faveur d'une union religieuse entre les Indiens aryens, fût composé dans une langue compréhensible pour ceux à qui il s'adressait; cette langue était certainement alors le sanscrit, sans quoi le Mahābhārata n'aurait pas été écrit en sanscrit. D'ailleurs les poèmes épiques — car, outre le Mahābhārata, il y avait déjà le Rāmāyaṇa et des poèmes précurseurs des Purāṇas — n'étaient pas les seuls ouvrages qui cherchassent et trouvassent des lecteurs ou des auditeurs en dehors de la caste des brahmanes; il existait un grand nombre de traités techniques qui n'avaient pas de tendance brahmanique prononcée et qui pourtant étaient rédigés en sanscrit. La plupart des ouvrages de cette époque sont perdus; il n'en subsiste que peu. Le traité sur la politique de Kauṭilya (vers l'année 300 avant J.-C.), dont il vient d'être question, n'a été découvert que tout récemment; il nous donne une idée de l'activité que les écrivains déployaient alors dans ce domaine et dans quelques autres domaines de la littérature générale. Avec cet ouvrage, nous arrivons à la période où, comme il a été dit plus haut, le sanscrit classique était parvenu, grâce aux travaux des grammairiens, à sa forme définitive. Il nous faut traiter ce point d'une manière détaillée, en raison de l'importance qu'il a pour le sujet qui nous occupe.

Remarquons, pour permettre au lecteur de s'orienter dans cette question, qu'il a fallu en tout cas plus d'un siècle à la grammaire, qu'il lui en a probablement fallu beaucoup pour arriver à se fixer. Nous connaissons les noms de toute une série de savants qui font autorité dans ce domaine, mais seul l'ouvrage du dernier en date de ces savants nous a été conservé: ce savant, c'est Pāṇini, originaire du Pundjab, qui écrivit certainement sa grammaire plus de 300 ans avant J.-C. A son école appartiennent Kātyāyana, un Indien du Sud, et Patanjali, un Indien du Nord, qui vécut dans la seconde moitié du 2^e siècle. Les commentaires de ces deux auteurs forment, avec l'ouvrage de Pāṇini, la seule autorité *indépendante* qui fixe la grammaire pour toujours. Si l'ouvrage de Pāṇini ne nous renseigne que sur le résultat final des recherches grammaticales qui ont été effectuées, l'arrangement et la méthode didactique qu'il a adoptés dans sa grammaire nous permettent néanmoins de reconnaître avec quelque certitude ce que visaient primitivement les efforts de ses prédécesseurs. Pāṇini a composé son ouvrage de près de quatre mille « règles » (*sūtra*), ou plutôt de près de quatre mille remarques, contenant chacune un nombre de syllabes très faible, rarement supérieur à douze. Chacune de ces remarques établit un fait de langue, tel qu'une règle phonétique, la production de formes grammaticales, etc., de sorte que la plupart du temps il suffit d'avoir recours à une seule de ces remarques pour expliquer un mot ou pour décider s'il est correct; leur ensemble embrasse la grammaire tout entière. On ne peut pas méconnaître que Pāṇini a mis un certain ordre dans la composition de son ouvrage; mais il trouble constamment cet ordre pour ajouter à une règle des exceptions et des compléments, qui se rapportent souvent à un autre domaine de la grammaire que celui auquel appartient la règle. Pour ceux qui ne savent pas encore le sanscrit, on ne pourrait imaginer de méthode plus mauvaise que celle qui a été suivie par Pāṇini. Sa grammaire ne peut donc pas leur avoir été destinée. Si l'on admet que ces remarques ont été rédigées pour servir à ceux qui savaient déjà la langue et la parlaient eux-mêmes, mais avaient besoin de certaines règles et de certains avis pour l'employer correctement, on comprend la raison de cette singulière méthode, ou plutôt de ce manque de méthode. Il est probable que primitivement on établit, à mesure que le besoin s'en faisait sentir,

des règles ayant des buts donnés, purement pratiques, et que, pour cette raison, on leur donna la forme la plus concise possible; ces règles se multiplièrent avec le temps, puis elles furent recueillies, remaniées et complétées dans les écoles, jusqu'à ce qu'enfin on pût penser à faire tenir toute la langue dans un réseau de pareilles remarques. On arriva sans doute à faire ainsi un ouvrage aussi complet qu'on le désirait, mais on n'obtint pas par ce moyen une exposition systématique de la langue et de sa structure. Ce dernier point de vue n'apparaît que mille ans plus tard environ dans les grammaires sanscrites. Originellement il était bien loin de la pensée des grammairiens, ainsi qu'on le voit clairement à la manière dont les deux successeurs et commentateurs de Pāṇini que nous avons nommés plus haut, à savoir Kātyāyana et Patanjali, ont compris leur tâche. Ils se contentent de discuter la question de savoir comment doivent être comprises les règles de Pāṇini, si elles sont trop larges ou trop étroites, comment il y aurait lieu de les corriger, de les compléter ou de les restreindre, etc. On en était donc venu à ne pas chercher à approfondir la connaissance théorique du génie et de la construction de la langue, et à s'efforcer uniquement d'interpréter avec le plus de sagacité possible les règles de Pāṇini, comme s'il s'agissait d'articles de loi. Cela est d'autant plus caractéristique de la tournure d'esprit des grammairiens d'alors que, d'autre part, des recherches linguistiques avaient été effectuées antérieurement et avaient abouti à des résultats remarquables, ainsi que le montre l'ouvrage beaucoup plus ancien de Yāska. Le fait que les grammairiens en question, au lieu de prendre pour base de leurs études les travaux dont nous venons de parler, leur ont donné pour fondement des règles grammaticales pratiques, prouve nettement que ce n'était pas un but scientifique mais un but pratique qu'ils poursuivaient, qu'ils voulaient enseigner à se servir correctement de la langue et non en exposer la structure. Ils établirent donc leurs règles pour ceux qui parlaient le sanscrit mais qui avaient besoin d'être guidés pour ne pas faire de fautes, pour éviter les vulgarismes et les pracritismes.

La grammaire indienne enseigne donc une norme linguistique. Mais quels étaient ceux dont les grammairiens proposaient la langue comme norme? Patanjali (commentant Pāṇini, VI, 3, 109) répond à cette question que c'étaient les *śiṣṭas*,

c'est-à-dire les brahmanes de l'Aryavartta (à peu près la partie moyenne de l'Inde septentrionale), lesquels étaient savants et menaient une conduite exemplaire. On les reconnaissait, d'après Patanjali, à ce que, même sans avoir appris la grammaire, ils employaient des mots que seule la grammaire enseignait. Ainsi, à l'époque de Patanjali, c'est-à-dire dans la seconde moitié du 2^e siècle avant J.-C., il y avait encore de pareils brahmanes, qui, sans avoir fait d'études grammaticales, parlaient, en vertu d'une tradition familiale, un sanscrit parfait, répondant à la norme établie par les grammairiens.

On a prétendu qu'il s'agit là de la langue employée dans les écoles de prêtres, et que par conséquent le sanscrit n'était qu'une langue scolastique. Mais cela est tout à fait inexact. Car les règles de Pāṇini ne se rapportent pas exclusivement, comme on l'a fait remarquer avec raison, à la langue parlée dans l'enceinte d'une école; elles enseignent aussi des tournures et des expressions qui proviennent de la cuisine et de l'écurie, et qui n'ont guère pu être créées par un intellectuel. Pāṇini s'occupe beaucoup de la langue de la conversation, en prenant cette expression dans son sens le plus large; on en trouve une preuve particulièrement convaincante dans sa règle IV. 2, 74, où on lit que les noms des sources situées au nord du fleuve Vipās (Beas) étaient accentués autrement que les noms, d'ailleurs tout pareils, des sources situées au sud de ce fleuve. La langue enseignée par Pāṇini et par ses prédécesseurs n'était donc pas une langue scolastique, mais la langue des hautes classes; à la vérité, elle n'était parlée que par une élite, mais c'est précisément ainsi qu'il doit en être d'une haute langue.

Nous nous sommes vus forcés d'admettre que les règles données par les grammairiens étaient primitivement destinées à ceux qui savaient et parlaient le sanscrit, mais qui, pour le parler purement et sans fautes, avaient besoin que, dans chaque cas, la forme correcte leur fût indiquée. Il faut donc distinguer, dans le sanscrit lui-même, entre la haute langue reconnue et une langue de la conversation, qui était plus ou moins impure, la seconde de ces langues ayant pour norme la première. Une telle diversité du langage est bien attestée par les dires de l'ancienne épopée; voir mon livre *Das Rāmāyana*, pag. 115. Patanjali donne des indications importantes sur la question de savoir en quoi le sanscrit de la conversa-

tion (employé par les hautes classes) différait de la haute langue qu'enseignait la grammaire; bien entendu, ces indications ne valent que pour son époque. Il signale, dans le sanscrit de la conversation, d'une part une prononciation négligée — on disait *śaśa* au lieu de *śaśa*, *palāśa* au lieu de *palāśa*, *manjaka* au lieu de *mancaka* (I. 1, 1, v. 18) — d'autre part l'emploi de mots vulgaires, dits *apaśabda* (I. 1, 1, v. 6); on faisait usage d'un grand nombre de pareils mots. Ces mots vulgaires étaient des substantifs, en partie des substantifs *pracrits* qui avaient passé dans le sanscrit de la conversation, mais dont souvent l'origine n'était pas manifeste. L'emploi, en sanscrit, de verbes empruntés à la langue vulgaire était plus choquant; il l'était à peu près autant que le serait, par exemple, l'emploi de *parlare* en latin. Pour éviter ces fautes, il n'est pas besoin, d'après Patanjali (I. 3, 1), d'étudier la grammaire; l'exemple de ceux qui parlent une langue parfaite (des *śiṣṭa*) est suffisant; cet exemple, il faut le suivre exactement. Ces indications fixent nos idées au sujet des langues parlées à cette époque. Une élite parmi les brahmanes parlait le sanscrit avec pureté; un nombre indéterminé d'hommes appartenant aux hautes classes le parlaient d'une manière incorrecte, tant sous le rapport de la prononciation que sous celui du vocabulaire, qui semble avoir été envahi par des mots vulgaires, car pour chaque mot correct il y avait beaucoup de mots vulgaires (*apaśabda*) (Patanjali I. 1, 1. v. 6). Les hommes dont il vient d'être question devaient, en parlant sanscrit, se préserver en outre de l'influence du *pracrit*, qui était parlé dans leurs familles par les femmes, ainsi que le montrent les drames. Il semble toutefois, d'après les remarques de Patanjali sur la grammaire de Pāṇini, I. 3, 1. v. 13, que le sanscrit se soit assez bien transmis d'une génération à l'autre pour qu'ils aient pu se préserver sans peine de ces influences.

Il y avait pourtant quelques différences entre le sanscrit pur en usage dans tel lieu et à telle époque et celui qu'on employait dans tel autre lieu et à telle autre époque. D'une part, en effet, le plus ancien ouvrage, composé en ce sanscrit, que nous possédions, le *Nirukta*, de Yāska, contient un certain nombre d'expressions qui n'ont plus été usitées dans la suite; d'autre part, les grammairiens eux-mêmes signalent, dans la langue des « Occidentaux », et dans celle des « Septentrionaux », des particularités, qu'ils ne considèrent toute-

fois pas comme des incorrections. Mais ces différences étaient si peu importantes qu'elles ne pouvaient pas entrer en ligne de compte vis-à-vis de l'unité que présente, d'une façon générale, la norme établie pour toujours par les grammairiens.

V.

On comprend facilement que l'autorité généralement reconnue de la grammaire de Pāṇini a suffi à empêcher le sanscrit de changer sous le rapport des formes grammaticales. Mais comment se fait-il qu'antérieurement déjà, avant que les grammairiens en eussent fixé les formes, il ait été stable, si on le considère dans son ensemble, ou que du moins il n'ait changé qu'avec une extrême lenteur et en des points secondaires ? Cela tient indubitablement à ce qu'il était employé comme langue sacrée. Un passage, reproduit par Patanjali (I. 1, 1, v. 9), d'un ouvrage remontant à une haute antiquité, est très instructif à cet égard. D'après ce passage, il y avait autrefois de grands saints (*ṛṣis*), d'un vaste savoir, qui, dans la vie ordinaire, parlaient d'une manière incorrecte ; par exemple, au lieu de dire : *yaś vā naś tad vā naḥ* (ce qui signifie à peu près : nous sommes contents de notre sort), ils disaient : *yaś vā naś tar vā naḥ* ; mais, dans les paroles qu'ils prononçaient lors d'un sacrifice, il n'y avait pas de faute. Patanjali nous apprend également (p. 4), que, quand quelqu'un avait employé un mot vulgaire pendant qu'il accomplissait un sacrifice, il devait se soumettre à une cérémonie expiatoire appelée *Sārasvatī*. La pureté de la langue faisait donc partie de la pureté liturgique. Pendant toute la durée d'un sacrifice — il y en avait qui se prolongeaient non pas seulement pendant plusieurs jours, mais pendant plusieurs mois — le sacrificateur était tenu de se servir d'une langue pure. Appelons sanscrit *hiératique* la langue pure qui était seule permise au cours du sacrifice. Ce sanscrit était donc le régulateur du sanscrit ordinaire, la norme de la haute langue indienne ; c'est pourquoi cette langue était parlée avec le plus de pureté — et cela encore au temps de Patanjali — par ceux qui conformaient exactement leur vie à l'idéal paléobrahmanique.

Le sanscrit hiératique nous est connu par des sources nombreuses et vastes, notamment par les ouvrages rituels et théosophiques relatifs à la Révélation, à savoir d'une part les

Brāhmaṇa, et d'autre part les Āraṇyaka et les Upaniṣad. Si les derniers de ces ouvrages ne traitent pas précisément du sacrifice, et si dans les premiers il est fait mention de sujets qui ne touchent pas à la religion, l'atmosphère sacrée dont sont pénétrés les uns et les autres empêche néanmoins que le sanscrit en usage dans les relations sociales n'y apparaisse sans modifications. Nous ne connaissons donc pas le sanscrit ordinaire en usage à cette époque, mais seulement celui qui était employé par les brahmanes pendant les sacrifices, c'est-à-dire le sanscrit hiératique. Mais ce sanscrit lui-même a évolué, faiblement, il est vrai, depuis les parties les plus anciennes jusqu'aux parties les plus récentes de la Révélation, et cette évolution s'est poursuivie dans la littérature théologique qui se rapporte au Vēda, de telle sorte que, sous sa forme la plus nouvelle, il se rapproche énormément du sanscrit classique.

La stabilité relative du sanscrit hiératique est due d'abord à son rôle même de langue hiératique. Mais un facteur particulier y a également contribué, à savoir les formules solennelles et les vers dont il était fait usage lors de l'accomplissement du sacrifice; ces formules et ces vers restaient tels quels depuis une haute antiquité; ils étaient composés en une langue archaïque que nous appellerons sanscrit *rituel*, par opposition avec le sanscrit hiératique, c'est-à-dire avec le sanscrit dont se servaient les brahmanes quand ils parlaient de sujets sacrés, qu'ils discutaient sur ces sujets ou qu'ils les enseignaient. Le sanscrit rituel fut toujours un modèle pour le sanscrit hiératique; ce n'est pas que le sanscrit hiératique suivît exactement ce modèle, sauf dans la poésie religieuse, mais il ne s'en écartait pas beaucoup.

Le sanscrit rituel est la langue des Samhitās. Dans ces ouvrages, on observe une nouvelle évolution de la langue qui est beaucoup plus importante que celle du sanscrit hiératique. La langue la plus archaïque se trouve dans les hymnes du R̥gveda, le monument littéraire le plus ancien et le plus vénérable de l'Inde; cependant on y remarque déjà, entre les neuf premiers livres et le dixième, qui est certainement plus récent, des différences en ce qui touche la langue, et en même temps en ce qui touche le fond des choses et le mètre. L'Atharvaveda, qui est également composé, pour la plus grande partie, d'hymnes, — d'hymnes semblables à ceux du R̥gveda mais d'un autre caractère — se rapproche du dixième livre du R̥gveda

sous le rapport de la langue, mais est manifestement plus moderne, particulièrement en ce qui concerne le vocabulaire. Et les derniers en date parmi les Samhitās vont encore plus loin dans cette direction, de sorte que la langue dans laquelle ils sont écrits s'éloigne toujours plus, d'une part, de celle des parties anciennes du Ṛgveda, et se rapproche toujours plus, d'autre part, de celle des Brāhmaṇa les plus anciens.

L'explication de cette évolution linguistique offre des difficultés particulières parce que nous n'avons aucune espèce de renseignements sur les événements historiques par suite desquels le centre de la civilisation, qui se trouvait dans le Pundjab à l'époque du Ṛgveda, s'est transporté dans la région du Gange à l'époque des Brāhmaṇa; nous sommes réduits, sur ce sujet, à des suppositions. D'après l'opinion la plus ancienne, opinion qui aujourd'hui encore a généralement cours, et que, du reste, Oldenberg a essayé de modifier sur un point essentiel dans la première édition de son *Bouddha*, les Indiens aryens n'habitaient que le Pundjab à l'époque du Ṛgveda, et la conquête et la colonisation de la région du Gange n'eurent lieu qu'après cette époque. Je me suis élevé contre cette opinion dans un article sur l'expansion de la civilisation indienne qui a paru dans la « Internationale Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik », tome 5, p. 385 et suiv.; j'y ai défendu l'idée que, dès l'époque du Ṛgveda, la région du Gange était également habitée par des Indiens aryens, et que, dans la partie occidentale de l'Inde, la civilisation religieuse avait atteint un haut degré de développement, comme elle apparaît dans le Ṛgveda; j'ajoutais que les tribus orientales, qui étaient arriérées, avaient été brahmanisées grâce à l'immigration de sacrificateurs védiques. Les sacrificateurs védiques, qui devaient leur subsistance à la protection des riches et des grands, trouvèrent à se loger chez les chefs des tribus de la région du Gange, tribus de même race que celle à laquelle ils appartenaient eux-mêmes, et se joignirent au clergé indigène. — car là aussi il y avait sans doute un clergé; ce fut l'origine de la caste des brahmanes.

Les deux faits suivants sont les plus importants à considérer quand on veut se rendre compte de l'évolution du sanscrit. 1. Le sanscrit classique — comme aussi le sanscrit hiératique — n'est pas seulement à un stade d'évolution postérieur à celui où se trouve le sanscrit du Ṛgveda; il en diffère en-

core sous le rapport dialectal. 2. Les hymnes les plus anciens ont indubitablement été composés dans le Pundjab, ou partie nord-ouest de l'Inde, et les Brāhmaṇa dans la région du Gange, dont les portions les plus orientales sont déjà nommées dans l'Atharvaveda. Ainsi les parties les plus anciennes du Ṛgveda, d'une part, les Brāhmaṇa et probablement aussi l'Atharvaveda, d'autre part, ont été composés non seulement à des époques différentes, mais encore en des régions différentes. — En prenant pour base mon hypothèse, que j'ai indiquée plus haut, il me semble que les faits de langue s'expliquent également sans peine et se comprennent facilement. On doit considérer comme base du sanscrit postérieur au Ṛgveda l'ancien indien parlé dans la région du Gange, qui différait, sous le rapport du dialecte et surtout sous le rapport du vocabulaire, de l'ancien indien employé au Pundjab pour la composition des hymnes. Le dixième livre du Ṛgveda, qui, comme on l'a déjà dit, se distingue des ouvrages plus anciens par des particularités relatives non seulement à la langue mais encore au mètre et au fond des choses, représenterait l'arrière-floraison de l'hymnographie védique, due aux sacrificateurs immigrés dans la région du Gange. L'Atharvaveda serait une application de la poésie védique à des sujets qui, dès avant l'adoption du culte spécifiquement védique, constituaient la religion, notamment pour le clergé indigène de la région du Gange. Les sacrificateurs immigrés dans la région du Gange y trouvant une langue nouvelle pour eux et s'efforçant de continuer à composer des poésies dans la langue des hymnes du Ṛgveda, ces deux langues s'influencèrent réciproquement; cette influence réciproque explique facilement la formation du sanscrit rituel et sa modernisation graduelle dans les nouveaux Saṃhitās, modernisation qui est achevée dans les Brāhmaṇas.

Le sanscrit védique le plus ancien n'était nullement la langue généralement parlée à cette époque dans le Pundjab; c'était une langue employée pour la poésie, et qui remplissait depuis longtemps déjà cet emploi. Les hymnes sont pleins de tournures consacrées et de pensées typiques, qui se répètent souvent et présentent fréquemment des variantes, ainsi que cela est ordinairement le cas pour toute poésie qui a déjà un assez long passé derrière elle. Il résulte de là que depuis assez longtemps déjà la langue des hymnes était fixée, et, par conséquent, bien distincte de la langue vulgaire, de la langue vi-

vante. Nous avons de bonnes raisons pour croire qu'elle était cultivée dans des milieux particuliers, qui parlaient aussi une langue différant du dialecte vulgaire. Nous avons des indices bien nets de l'existence d'un pareil idiome vulgaire, d'un pracrit primitif, qui différait sous le rapport dialectal du sanscrit védique. Car un grand nombre des mots du Vêda ont déjà une forme phonétique pracrite qui n'est pas compatible avec les lois phonétiques du sanscrit; ce sont donc des mots empruntés à un pracrit primitif, qui était parlé dans le Pundjab à l'époque de la composition des hymnes du R̥gveda. Or, si ce pracrit était sorti du sanscrit védique lui-même et s'en était différencié d'après les lois naturelles de l'histoire de la langue, il serait inconcevable, comme l'a fait remarquer avec raison Walter Petersen dans un article récent du « Journal of the American Oriental Society », vol. XXXII, p. 419, que les poètes védiques n'aient pas adopté les changements graduels qui s'opéraient dans la langue, changements dont ne se rendaient pas compte ceux même qui la parlaient, et qu'ils aient continué à l'employer telle qu'elle était au stade précédent. Mais l'examen des langues pracrites qui nous ont été conservées montre qu'elles ne se ramènent ni au sanscrit védique ni au sanscrit classique. Wackernagel dit à ce sujet, dans l'introduction de sa grammaire de l'ancien indien, p. 19 : « Les monuments par lesquels s'est conservé le moyen indien nous fournissent des preuves nombreuses et nettes qu'il y eut réellement des dialectes indiens représentant une évolution indienne de l'héritage indo-iranien qui est indépendante de la langue védique ». D'après Petersen, le pracrit primitif est la forme que le sanscrit a prise sur les lèvres de la population autochtone de l'Inde, de la population à peau noire; il est comparable à l'anglais des nègres. Mais cette opinion doit être rejetée sans hésitation; car, si le pracrit était une langue autochtone dont le vocabulaire se composât d'un jargon de mots sanscrits, le génie du pracrit ne serait pas, comme cela est le cas, identique à celui du sanscrit.

Ce qui a été établi au sujet de la nature du pracrit et de ses rapports avec le sanscrit védique nous permet donc de considérer comme certain qu'à l'époque védique la population aryenne de l'Inde ne formait pas une masse homogène, mais était un assemblage de tribus proches parentes, différant néanmoins les unes des autres au point de vue de la langue. Il ne

s'effectua pas de mélange complet, soit sous le rapport de la langue, soit sous le rapport social, entre ces divers éléments; les différentes couches restèrent plus ou moins séparées, ce qui prépara la formation des castes. Il va de soi que les familles sacerdotales occupaient une position privilégiée. Il s'ensuivait naturellement qu'elles maintenaient la pureté de leur sang et conservaient la langue qu'elles avaient héritée. Le sanscrit le plus ancien était donc indigène dans ces milieux.

Nous avons suivi le sanscrit dans sa longue histoire jusqu'au moment où cette histoire se termine. A aucune époque il n'a joué le rôle de langue vulgaire, servant à tous; comme idiome parlé, il n'a jamais été employé que par les classes élevées. Mais comme c'étaient ces classes qui avaient la culture intellectuelle la plus haute, et que cette culture était tenue en estime par tous les Indiens, le sanscrit put devenir la haute langue de l'Inde entière. On peut avec tout autant de raison l'appeler soit une langue vivante — quand, en effet, serait-il mort? — soit une langue morte — quand, en effet, fut-il une langue vivante, si l'on entend par langue vivante une langue parlée par le peuple? Mais le nom ne fait rien à la chose. Le sanscrit a été l'élément vital de la civilisation indienne, et il vivra tant que cette civilisation ne sera pas tout à fait morte.

Bonn. Universität.

H. JACOBI

(Traduit par M. E. Philippi, licencié ès sciences - Paris).

ASPERGES FILIPPO - responsabile.

MILANO - TIPO-LIT. REBESCHINI DI TURATI & C.

SUPPLÉMENT

TRADUCTIONS FRANÇAISES DES ARTICLES
ALLEMANDS, ANGLAIS ET ITALIENS

LES THÉORIES DES SUBSTANCES

CHEZ LES PRÉSOCRATIQUES GRECS

DEUXIÈME PARTIE:

Anaxagore et les Atomistes.

Dans un précédent article,¹ j'ai examiné le développement que reçurent, chez les premiers penseurs grecs, les théories relatives aux transformations des substances. Nous y avons vu comment, sous l'influence d'idées métaphysiques et gnoséologiques, les doctrines primitives ont été brusquement abandonnées et comment, par l'effet de nouveaux facteurs historiques, trois courants scientifiques se sont formés, représentés en particulier par Empédocle, par Anaxagore et par les atomistes.

Nous avons également, dans l'article en question, soumis à un examen détaillé les doctrines qui, au point de vue qui nous intéresse ici, ont été émises par le poète-philosophe d'Acragas. Nous voulons aujourd'hui parler brièvement des deux autres doctrines et compléter ainsi notre excursion rapide à travers les doctrines sur les substances qui se sont produites en Grèce avant l'apparition du grand Stagyrite.



En terminant mes considérations sur Empédocle, j'ai cherché à montrer l'importance que sa doctrine a eu pour les doctrines analogues postérieures, non seulement dans l'antiquité,

¹ « Scientia », Vol. XIV (1913), pag. 165 (Suppl. pag. 95).

mais aussi dans les temps modernes. Tout autre fut le sort de la doctrine d'Anaxagore. Non seulement elle n'a pas trouvé de disciples, mais elle ne tarda pas à être mal comprise et déformée. Aristote lui-même n'en a pas saisi la vraie signification: en introduisant dans son exposé le terme et le concept nouveaux de *ὁμοιομερίη*, il a fait de cette théorie une sorte d'annonciatrice de la théorie atomique, ce qui n'est pas du tout conforme aux faits. L'interprétation, ainsi faussée involontairement, s'est ensuite maintenue dans tous les livres de philosophie postérieurs.

Si nous voulons nous servir d'expressions modernes, nous pouvons énoncer la théorie d'Anaxagore de la façon suivante.¹ Toutes les substances infinies² qui existent dans le monde sont indépendantes les unes des autres et ne peuvent se transformer les unes dans les autres: « Comment un cheveu pourrait-il en effet provenir de ce qui n'est pas cheveu? la viande de ce qui n'est pas viande? » (Fr. 10). Chaque parcelle de l'espace, quelque petite qu'elle soit, renferme toutes les substances en quantité plus ou moins grande. On peut dire que la valeur de la quantité de chaque substance³ en chaque point de l'espace est fonction de la place et du temps

$$m_p = \varphi_p(x, y, z, t),$$

¹ Pour ce qui est de l'exacte interprétation de la pensée d'Anaxagore, on doit relever le grand mérite de Paul Tannery. Voir son livre: *Pour l'histoire de la science hellène*, Paris, 1887.

² Fr. 1 (Diels): ὁ μοῖ πάντα χρήματα ἵν' ἄπειρα καὶ πλῆθος καὶ σμικρότητα καὶ γὰρ τὸ σμικρὸν ἄπειρον ἵν'. — Fr. 4: τούτων δὲ οὕτως ἔχόντων χρῆ' δοκεῖν ἐνεῖναι πολλὰ τε καὶ παντοῖα ἐν πᾶσι τοῖς συγχρινόμενοις καὶ σπέρματα πάντων χρημάτων καὶ ἰδέας παντοίας ἔχοντα καὶ χροίας καὶ ἡδονάς. κ. τ. λ.

³ Si, en modifiant légèrement l'expression d'Anaxagore, sans modifier beaucoup sa pensée, on disait *qualités* au lieu de dire *substances* et si, au lieu de parler de quantité de substances, on parlait d'intensité de qualités, la proposition que nous venons de rappeler deviendrait beaucoup plus claire et la théorie revêtirait un aspect quasi-moderne. C'est en me basant là-dessus, que je cherche, dans un article publié dans *Isis* (Wondelgem-lez-Gand, I (1913), n. 3), à développer la pensée d'Anaxagore, de façon à établir une théorie à laquelle puissent s'adapter nos connaissances actuelles. La seule divergence essentielle par rapport à Anaxagore, que je me permette d'établir dans mon développement, consiste à ne pas postuler *a priori* l'infinité des substances primordiales, mais à laisser d'abord leur nombre indéterminé et à rechercher ensuite, lorsque le problème atteint une spécification plus grande, le nombre des éléments que les conditions du problème déterminent nécessairement. Inutile de dire que ce nombre est variable selon les conditions qu'on établit et que, dans des limites bien déterminées, il peut coïncider avec le nombre des éléments que les chimistes admettent de nos jours.

où φ_p ne devient jamais égal à zéro. La quantité de chaque substance doit encore rester invariable; c'est-à-dire qu'on a

$$-\frac{d}{dt} \int \varphi_p \, dx \, dy \, dz = 0,$$

où l'intégral est étendu au cosmos tout entier. Nous ne pouvons juger, d'après les données qui nous sont parvenues, et la chose n'a certainement pas été considérée non plus, si en un point donné la somme d'une certaine propriété des substances doit ou non rester constante; en tout cas, ce n'est pas le poids qui pourrait être cette propriété constante. Les qualités de chaque point particulier de l'espace dépendent de la substance qui y prédomine. Les déplacements des substances particulières produisent les transformations apparentes. Chez Anaxagore, comme chez Empédocle et les atomistes, les substances sont réglées dans leur distribution par une force externe. A l'origine, tout était mélangé uniformément, et les choses ne se distinguaient pas les unes des autres (Fr. 4); mais lorsque la *νοῦς* commença à agir par son mouvement tourbillonnaire, d'abord au centre, puis, en s'élargissant peu à peu, vers la périphérie, alors les choses commencèrent à se distinguer, à la suite d'un arrangement dans la distribution des substances, et « de toutes les choses qui se dissocièrent, la terre se condensa, l'eau se sépara des nuages, la terre de l'eau, les pierres de la terre, par l'action de l'humide; celles-ci en effet se retirèrent de plus de l'humide » (Fr. 16).

Nous avons dit que la doctrine d'Anaxagore n'a pas été comprise et que, par conséquent, ni dans sa forme originale, ni dans sa forme altérée, elle n'avait exercé aucune influence sur les spéculations et les observations ultérieures. Et même les temps récents n'ont pas vu naître, malgré sa possibilité théorique, de doctrine qui pût être considérée comme fondée sur des bases analogues. J'espère cependant pouvoir exposer prochainement une théorie ayant essentiellement la même base que celle d'Anaxagore, en ne faisant subir à celle-ci que des modifications peu importantes. Cette théorie pourrait virtuellement fournir une excellente base aux théories chimiques modernes et, sous certains rapports, présenter même quelques avantages sur celles actuellement en vigueur. Loin de moi l'intention de supplanter les autres théories; mon but consiste uniquement à montrer cette relativité qu'elles présentent toutes,

ainsi que les grands avantages que, même au point de vue de la théorie pure, offre l'investigation historique.



La dernière doctrine que nous avons vu naître sous l'influence des nouvelles conceptions gnoséologiques était celle de Leucippe et de Démocrite. Avant de nous occuper de cette théorie, ainsi que nous l'avons fait pour les deux précédentes, dans ses traits généraux, je crois utile de faire quelques observations d'ordre historique sur la façon dont la doctrine elle-même a été envisagée aux époques plus et moins récentes. Nous pourrons de cette manière mieux juger les appréciations qui ont été formulées à son sujet.

Le début de la renaissance avait reçu sa première impulsion d'une lutte, parfois acharnée, contre l'Aristote, assez souvent défiguré par les Arabes et par la scolastique, toujours défendu avec acharnement, parfois au prix de violences et de sang, par les théologiens et les professeurs orthodoxes. Or, bien qu'Aristote ne se montre pas très favorable à Empédocle, tout en acceptant en partie et en déformant sa doctrine, il n'en déclare pas moins nettement et formellement une guerre sans merci aux atomistes. Première raison pour que Démocrite se trouvât remis en grand honneur auprès des nouveaux philosophes; sa renommée, toute récente, commença en effet à s'établir solidement avec Francis Bacon. D'autre part, les idées atomistiques n'étaient pas mortes, mais se maintenant d'une façon plus ou moins ouverte au cours du moyen âge, elles avaient réussi à fournir, sous des formes diverses et variées, souvent contradictoires, une aide précieuse aux nouveaux physiciens, voire aux constructeurs de grands systèmes.

Un des principaux attrait des systèmes qui professaient que les substrata des différentes substances étaient formés de points et de mouvements, consistait dans la possibilité qu'ils offraient d'appliquer à ces substrata, et par conséquent à toute la partie phénoménale du cosmos, les nouvelles lois que la mécanique, passant des vieilles conceptions statiques aux conceptions dynamiques plus récentes et si brillamment enrichies par Galilée, avait trouvées et qu'elle était en train d'enrichir sans cesse aussi bien en étendue qu'en profondeur. Aussi est-il facile de comprendre comment on a pu arriver à croire que

toute la physique, voire toute la théorie du monde, est réductible à la mécanique et à dire avec Huygens¹ que la seule voie qu'il soit possible de suivre, si l'on veut vraiment résoudre les problèmes de la science, consiste à tout réduire à des faits mécaniques.

Mais la faveur dont, pour les raisons que nous venons de dire, pouvaient jouir Démocrite et son système,² augmentait sans cesse pour d'autres raisons encore et qui ne sont pas d'ordre purement mécanique et mathématique. Pendant et en conséquence du mouvement *rationaliste*, devenu prédominant au XVIII^e siècle, et des courants *positivistes* du XIX^e, il avait semblé (et je dis qu'il avait semblé, parce que la chose n'était pas exacte) que le système de Démocrite devait renfermer le germe de toute vérité, parce que, en soumettant tout à la géométrie et au calcul et en réduisant tout à la matière inerte et aux forces ou à l'énergie, qui agissaient *en vertu d'une nécessité* et selon les lois fondamentales de la nature, il aurait réussi à représenter le système scientifique idéal et à éliminer cette idée de Dieu (que les croyants pouvaient du reste laisser subsister en tant que premier moteur) et d'animisme qui devaient nécessairement apporter un trouble dans toute théorie bien construite. Une théorie atomistique, dans ses infinies variétés, est en effet celle qui réussit à résoudre dans le sens rigoureusement *déterministe* et *matérialiste* le grand problème de la nature entière. Plusieurs autres faits étaient encore de nature à renforcer l'enthousiasme pour la vieille théorie ato-

¹ Voir le passage où Huygens admet que la lumière est un phénomène de mouvement (*Traité de la lumière*, Leyde, 1690, p. 2): « L'on ne saurait douter que la lumière ne consiste dans le mouvement de certaine matière. Car soit qu'on regarde sa production, on trouve qu'ici sur la Terre c'est principalement le feu et la flamme qui l'engendrent, lesquels contiennent sans doute des corps qui sont dans un mouvement rapide qu'ils dissolvent et fondent plusieurs autres corps des plus solides: soit qu'on regarde ses effets, on voit que quand la lumière est ramassée, comme par des miroirs concaves, elle a la vertu de brûler comme le feu, c'est-à-dire qu'elle désunit les parties des corps; ce qui marque assurément du mouvement, *au moins dans la vraie Philosophie, dans laquelle on conçoit la cause de tous les effets naturels par des raisons de mécanique. Ce qu'il faut faire à mon avis, ou bien renoncer à toute espérance de jamais rien comprendre dans la Physique.* »

² En parlant du système atomistique du V^e et du IV^e siècles, je me servirai, sans autre explication et à titre d'abréviation, de l'expression *système de Démocrite*. Ici il nous est impossible de chercher à distinguer entre la théorie de Leucippe et celle de Démocrite et de noter l'évolution qui marque le passage de l'une à l'autre. Encore moins pouvons-nous traiter ici la question de l'existence réelle de Leucippe et les doutes soulevés sur ce point.

mistique, enthousiasme que nous pouvons constater dans la plupart des traités d'histoire de la philosophie cherchant à s'inspirer de l'esprit scientifique, et indistinctement dans tous les livres de physique, de chimie et de philosophie scientifique. Parmi ces faits, je citerai la nouvelle théorie atomique, qui est fondée sur l'antique plus en apparence qu'en réalité; ¹ la théorie des formules planes et de la stéréochimie qui semblent donner la *τάξις* des atomes eux-mêmes; ² et enfin les théories électroniques les plus récentes.

Nous ne pouvons pas nous attarder à considérer ici le développement et la valeur de ces théories. ³ Quelque soit le

¹ La théorie chimique atomique ne dit, au fond, que ceci : les rapports entre certains coefficients numériques (qui expriment des poids relatifs à des substances déterminées) restent toujours fixes. Aussi, ces poids peuvent-ils être multipliés par des nombres entiers, lesquels doivent être en général assez petits. Les nombres invariables que nous trouvons ainsi peuvent être considérés comme des unités ou, pour nous servir du terme de la chimie, comme des atomes. (Pour éliminer du concept de l'atome chimique une idée qui lui est étrangère et qui empêche souvent l'exacte compréhension de la théorie entière, Ostwald proposa, et avec raison, pour ces nouvelles unités le terme de *poids de combinaison*). Le théorie chimique atomique, qui doit ses débuts à Dalton et son achèvement à Cannizzaro, s'inspire plutôt de l'esprit de la doctrine d'Empédocle que de celle des atomistes.

² Les représentations des formules dans le plan et dans l'espace disent seulement que les phénomènes de transformation des substances ne sont pas d'un ordre tel qu'on puisse établir un parallélisme entre eux et les simples sommes, auxquelles s'appliquent les principes de commutation et d'association ou les phénomènes linéaires. Les phénomènes de transformation des substances revêtent au contraire un *caractère pluridimensionnel*.

³ Pour ce qui est de la question tant débattue de la conception mécaniste et de la conception opposée, j'en ai parlé à plusieurs reprises, et plus particulièrement dans mes articles : *Su alcuni concetti di chimica e di filosofia naturale* et *Le basi sperimentali della scienza e le ipotesi meccanicistiche*, publiés dans « Rivista Scient.-Ind. », Firenze, 1907, pp. 91 et 141. Ici je dirai seulement que c'est commettre une erreur que de vouloir opposer (ainsi qu'on le fait presque toujours) à la conception mécaniste la conception énergétique, celle-ci étant considérée comme l'antithèse de celle-là. Toutes deux peuvent présenter de nombreux caractères communs, par exemple un caractère dogmatique; si on retrouve ce caractère moins fréquemment chez les savants qu'on a l'habitude de ranger parmi les énergétistes, il n'en est pas moins vrai qu'en postulant (ainsi que devraient le faire les savants de cette dernière catégorie), que tout se réduit à l'énergie, on affirme, jusqu'à un certain point, un concept qui est de la même espèce que l'autre, à savoir que tout n'est que mouvement et *en puissance* (pour nous servir de l'expression d'Aristote), réductible aux équations de la mécanique. Au mécanisme que nous pouvons appeler classique, et même à l'énergétisme, on peut plutôt opposer une considération relativiste de la science et des phénomènes qu'elle classe, ordonne et résume. L'attitude de Mach, par exemple, doit être plutôt considérée comme une extrinsécation de cette dernière manière de concevoir le connaissable tout entier, et non, ainsi que je l'ai souvent vu faire, comme une expression de la tendance énergétiste.

jugement que nous puissions formuler à leur sujet, nous avons voulu tout simplement les mentionner, afin de montrer que, étant donné un tel état des esprits, les jugements passés et actuels sur l'œuvre de Démocrite peuvent assez facilement être faux, en ce qu'ils n'envisagent pas la doctrine de ce philosophe *en se plaçant au point de vue de l'époque où elle s'était formée*. Si nous replaçons en effet la doctrine dans son milieu historique, nous nous apercevons aussitôt que, s'écartant de la voie scientifique et *expérimentale* (nous usons à dessein de ce dernier qualificatif) proprement dite, qu'avaient suivie Empédocle et plus tard Aristote, elle devient une envolée poétique, accomplie par un homme qui avait d'ailleurs d'autres titres à notre haute admiration scientifique. Tout ceci naturellement ne diminue en rien la valeur que la théorie pouvait présenter plus tard, en tant que ferment de concepts nouveaux et féconds.



Le système de Démocrite qui, ainsi que nous l'avons dit, s'apparente par son inspiration aux doctrines de Parménide et à celles des anciens ioniens, a pour caractéristique dominante la conception d'une matière *unique*, qui forme le substratum éternel et immuable du Tout. Comment cela pouvait-il se concilier avec l'existence effective ou apparente des différentes substances et de leurs transformations? La voie avait déjà été préparée par ces pythagoriciens qui avaient établi un parallèle entre les éléments de la théorie d'Empédocle et les quatre et, plus tard, les cinq corps réguliers. La *forme* différente des dernières particules pouvait constituer en effet la caractéristique des divers éléments. Démocrite élargit à l'infini la variété des formes que pouvaient affecter les particules, les rendit insusceptibles d'une division ultérieure (*ἄτομοι*) et fit ainsi dépendre de la forme l'essence des propriétés qui se manifestent ensuite avec tant de variété. Les divers atomes se réunissant et se coordonnant selon des modes variés produisent les apparences diverses et les modifications incessantes. De même que les anciens philosophes ioniens n'admettaient qu'une seule substance et rattachaient tout à des processus de raréfaction et de condensation, de même les atomistes, qui affirmaient l'existence d'un seul substratum, at-

tribuèrent à trois accidents, la forme, l'ordre et la position, la cause de toutes choses. Et pour mieux expliquer la signification de ces trois mots, Aristote nous montre par un exemple, dans un de ses exposés des idées atomistiques, que *A* et *N* diffèrent par la forme (*σχῆμα*), *AN* et *NA* par l'ordre (*τάξις*), Ξ et *H* par la position (*θέσις*).¹

C'est dans cette conception que doit se trouver, à mon avis, l'origine *logique* première de la théorie des atomistes. A cela on doit ajouter encore un sentiment *déterministe* de la nature, commun également à d'autres écoles, et pour lequel « rien ne se produit sans motif, mais toute chose par une cause et par nécessité » (Leucippe, fr. 2). De ces prémisses dérivait l'idée, qui s'est montrée capitale pour la théorie atomistique, que « le doux, l'amer, le chaud, le froid, la couleur sont des opinions. Il n'y a de réellement existant que les atomes et le vide » (Démocrite, fr. 9).

Le concept du vide que nous venons de rappeler appelle de notre part quelques observations. Il ne pouvait naturellement pas se présenter aux premiers observateurs. Et, en effet, tant que l'unique substance pouvait assumer tous les aspects divers ou tant que les substances, immuables en elles-mêmes, étaient diverses, aucune difficulté de l'ordre que nous allons dire ne pouvait se présenter à l'esprit des naturalistes; mais lorsqu'il eut été admis que la substance est une et immuable et qu'on eut expliqué ses différentes apparences par la forme et la disposition de ses particules dernières, il était naturel et même nécessaire qu'on se posât la question: mais comment peuvent exister ces formes et ces dispositions, du moment qu'il n'existe que la seule substance en question? Et si celle-ci confine partout à elle-même, comment est possible la forme, voire la structure atomistique de l'élément primordial? De cette façon, le *μὴ ὄν* de Parménide se trouvait nécessairement transformé en une réalité et le *vide* vint à occuper, chez les atomistes, une place importante et équipollente à celle occupée par la matière.

L'antiquité scientifique se heurta à cette théorie qui portait en elle une doctrine qu'aucun fait d'observation ou d'expérience, dans l'état des sciences de l'époque, n'autorisait à admettre, même de loin. Et de cette réprobation nous trou-

¹ ARISTOT., *Métaph.*, I, 4.

vons un témoignage autorisé chez Aristote lui-même qui combattait vaillamment l'opinion alors émise. On a voulu considérer plus tard comme une faute d'Aristote l'axiome que la nature abhorre le vide. Mais on ne peut pas reprocher au Stagyrite le fait d'avoir ignoré ce qu'une postérité très éloignée a seulement réussi à découvrir par des voies tout à fait diverses et en poursuivant des buts tout à fait différents; on ne pouvait certainement pas deviner alors les résultats que donneraient la machine pneumatique et l'invention de fermetures hermétiques. Il est vain et ridicule de formuler des reproches de ce genre. Nous devons, au contraire, reconnaître que, dans ce cas comme dans beaucoup d'autres, Aristote apparaît pour son temps comme un savant d'une hauteur de vues et d'une compréhension tout à fait supérieures, au point de dépasser sous tous les rapports, en tenant bien entendu compte des conditions scientifiques de son temps, la grande majorité des penseurs modernes. Il n'est pas difficile de montrer en effet que dans la grande majorité de cas, sauf ceux où entraient des concepts mathématiques qui n'étaient pas le fort d'Aristote, le Stagyrite a parcouru dans sa systématisation la voie qui était, sous tous les rapports, la meilleure et la plus rigoureuse pour son temps. C'est donc un amusement assez insipide, bien qu'il soit à la mode, de discréditer le Stagyrite en tant que savant et de mépriser son œuvre de physicien et de naturaliste. Ce fait était non seulement excusable, mais parfaitement compréhensible à une époque où toute la pensée scientifique étouffait sous l'autorité absolue de l'œuvre de ce génie, œuvre qui, par son ancienneté et à la suite des récentes découvertes, était devenue surannée et ne répondait plus à l'esprit nouveau, puisque de nouveaux progrès ne pouvaient plus être conquis alors qu'en faisant sauter les chaînes qui immobilisaient la science. Mais dans une période bien différente, comme la nôtre, qui se fait un titre de gloire de sa compréhension historique des événements du passé, un pareil jugement n'est plus excusable et on aurait pu espérer le voir disparaître tout à fait.

Aristote combattit donc vigoureusement, ainsi que je l'ai dit, la théorie du vide et, avec elle, la théorie atomistique dans ce qu'elle a de plus essentiel. Aucun des savants postérieurs de l'antiquité n'avait plus admis cette théorie; les Pères de l'Église eux-mêmes s'en sont tenus à l'écart, à cause du caractère athéiste qu'on a voulu attribuer à la doctrine de

Démocrite. Seule l'école épicurienne, la moins scientifique de toutes les écoles de l'antiquité, fit sienne la théorie du philosophe d'Abdère; mais elle ne réussit pas alors à donner un résultat positif quelconque et encore moins à décrire d'une façon complète, pour son temps du moins, aucun des nombreux processus de transformation qui s'accomplissent dans la nature et que les anciens connaissaient déjà bien. Mais après la Renaissance, les théories corpusculaires et atomiques ont pris une importance considérable, surtout pour la physique. Il faut toutefois ne pas perdre de vue que nous nous trouvons alors dans une période nouvelle, où d'autres méthodes et de nouvelles connaissances se font jour. Il reste entendu que l'ensemble des théories modernes basées sur ces conceptions n'est en dernier lieu qu'un excellent instrument de travail et un modèle mécanique des plus utiles pour comprendre et expliquer une vaste série de relations qualitatives et quantitatives, mais il nous est impossible de nous étendre ici sur des considérations relatives à l'histoire des temps récents ou à la critique des théories modernes.



Il est en revanche utile, si l'on veut bien comprendre la situation de la théorie atomique dans l'antiquité, de considérer l'estime dans laquelle elle était tenue par les véritables chimistes praticiens d'alors, c'est-à-dire par les alchimistes. Des considérations de ce genre conduisent à des résultats très intéressants au point de vue historique, résultats dont nous parlerons dans un instant. Mais il importe avant tout de combattre vivement une opinion qui, assez répandue jadis, se trouve d'ailleurs lentement abandonnée à la suite des derniers travaux, opinion d'après laquelle la masse des alchimistes ne devrait être considérée que comme un assemblage de charlatans. Non seulement les cas d'imposture étaient, alors, comme aujourd'hui, des phénomènes isolés, mais on doit convenir que le problème fondamental autour duquel gravitaient alors leurs recherches, à savoir la fabrication de l'or, était un problème légitime au point de vue scientifique; et aujourd'hui encore, bien que la chose paraisse d'une difficulté extrême, il n'est pas dit que la transformation réciproque des substances, que la chimie moderne définit comme des éléments, soit absolu-

ment impossible.¹ Mais, même indépendamment de cela, les travaux des alchimistes ont fait faire des progrès énormes à la technique de laboratoire et à la connaissance effective des faits chimiques.

On sait que les alchimistes grecs, dont la plupart avaient vécu en Égypte pendant les premiers siècles de l'ère chrétienne (la plupart des monuments littéraires qui nous sont parvenus appartiennent du moins à cette époque), attribuent faussement à Démocrite différents ouvrages sur lesquels ils ont fait de nombreux commentaires. Ce fut pour l'antiquité l'époque classique des falsifications littéraires. Or, en tant qu'élément permettant de juger la position rigoureusement scientifique du philosophe d'Abdère, surtout du point de vue de la chimie, il est intéressant de faire observer que dans aucun des ouvrages d'alchimie qui nous sont parvenus et ayant pour auteur Démocrite ou, plutôt, le pseudo-Démocrite, on ne trouve la moindre allusion à sa théorie atomique. En revanche, Démocrite est considéré comme un chimiste savant, très expert dans les transformations effectives des substances et dans la technique. Or, ce fait montre que si les épicuriens, doués d'une mentalité tout à fait ascientifique, on pu s'approprier la théorie atomique, celle-ci, en revanche, n'a pas été prise en considération par ceux qui travaillaient sérieusement dans le domaine alors si mystérieux de la chimie.

Il ne sera peut-être pas inutile de mentionner brièvement quelques-uns des traités démocritiens. Pour cela, je me servirai du texte des alchimistes grecs publié par Berthelot (Paris, 1887) et, afin d'éviter de discuter l'interprétation de certains passages, je citerai directement la traduction française publiée par l'auteur en question.

Un des traités démocritiens est le *Ἀλμοκριτον φνοια καὶ μυστικά* (II, 1); le texte rapporté fait peut-être partie d'une œuvre plus vaste. Il contient différentes recettes pour la préparation de teintures, pour le traitement des métaux, pour la fabrication de l'*asem* (argent), etc. — Une lettre de Démocrite à Leucippe (II, 2) traite, elle aussi, de matières analogues.

¹ Sur la définition de l'élément et sur la nécessité de le concevoir d'une façon moins absolue, voir mes deux articles : *Su un nuovo concetto di elemento* et *Ancora su un nuovo concetto di elemento*, publiés dans les Comptes-Rendus de l'Accademia dei Lincei, xvii (1908), pp. 374 et 420, et réimprimés la même année dans *Gazzetta Chimica*.

Voici l'exposé qu'on y trouve des sujets que traitera l'auteur: « L'ouvrage comprend le blanchissement et le jaunissement, ainsi que les amollissements et les cuissons du minerai de cuivre. Je laisse de côté la teinture; mais plus tard je reviendrai sur tous les produits singuliers qui se fabriquent au moyen de ce même cuivre et du cinabre. Tu peux faire de l'or avec de la cadmie et les autres espèces, par calcinations et alliages, et fabriquer des produits singuliers ».

Non moins intéressants que les ouvrages attribués à Démocrite sont, à notre avis, les commentaires sur les livres démocritiens. Dans celui de Synésius, qui est certainement l'évêque bien connu de la Pentapolis cyrénienne,¹ nous trouvons, par exemple (II, 3), le *profil* suivant du « philosophe Démocrite, ce naturaliste venu d'Abdère, qui a dirigé ses investigations sur toutes les choses de la nature et qui a traité des êtres naturels. Abdère est une ville de Thrace. Démocrite était un très savant homme qui, venu en Égypte, fut initié aux mystères par le grand Ostanès, dans le sanctuaire de Memphis, par lui et ses disciples, prêtres d'Égypte. Tirant de lui ses principes, il composa quatre livres de teinture, sur l'or et l'argent, sur les pierres et sur la pourpre. Par ces mots: "tirant ses principes", j'entends qu'il écrivait d'après le grand Ostanès. Car cet écrivain est le premier qui ait émis ces axiomes: "la nature est charmée par la nature", et "la nature triomphe de la nature", etc. » Suit un exposé des différentes théories et des travaux du pseudo-Démocrite, exposé dans lequel on ne trouve, ainsi que je l'ai dit, aucune allusion aux théories atomiques, tandis qu'on constate, chez le prétendu philosophe d'Abdère, une grande tendance à la classification.

Olympiodore, dans son commentaire sur un travail de Zosime, parle souvent, lui aussi, de Démocrite, mais toujours dans le sens que nous venons d'indiquer. Parlant des éléments admis par le philosophe d'Abdère (II, 4), il fait allusion aux quatre éléments: « Il a exposé d'abord les choses qui ont besoin du feu et qu'il convient de traiter tantôt sur un feu doux, tantôt sur un grand feu, tantôt sur des charbons. Puis il parle des choses de l'air, telles que les animaux qui vivent dans l'air. Pareillement des choses des eaux telles que la bile, les

¹ Voir mon article *Scienziati e pensatori di Kyrene* publié dans la « *Rivista di filosofia* », IV (1912), p. 367.

poissons, tout ce qui se prépare au moyen des poissons et au moyen des eaux. De même il parle des choses de la terre, telles que le sel, les métaux et les plantes. Il sépare en classes chacun de ces êtres, d'après leurs couleurs, leurs propriétés spécifiques et génériques, tous étant susceptibles d'être mâles ou femelles ». Mais plus intéressante encore, bien que désagréablement obscure, à cause de l'emploi d'un langage symbolique, est une sorte d'histoire des principes admis par les philosophes antiques: Thalès admet un principe unique, l'être de l'eau, c'est-à-dire, ajoute un scolie, l'être de l'eau divine, l'or, c'est-à-dire, l'œuf de l'eau divine, l'or. Parménide a pour principe le divin (le soufre?) dont la puissance est unique, immuable, déterminée. Et plus loin: « Ces deux hommes, je veux dire le Milésien et Parménide, Aristote est d'avis de les rejeter du chœur des naturalistes. En effet, ce sont des théologiens s'occupant de questions étrangères aux choses naturelles et s'attachant aux choses immuables, tandis que toutes les choses naturelles se meuvent, car la nature est le principe du mouvement et du repos ». Poursuivant ensuite son exposé, Olympiodore dit encore: Diogène admet l'air (plastique et engendrant les oiseaux); Héraclite et Hippase admettent le feu (fécond, parce que tout naît par réchauffement). De la terre (qui n'est pas féconde) personne n'a fait un élément, à l'exception de Xénophane qui l'avait prise pour principe. Viennent ensuite: Anaximène qui admet l'air en disant: « L'air est voisin de l'incorporel, et comme nous existons grâce à son écoulement, il faut qu'il soit infini et opulent, puisqu'il ne fait jamais défaut »; et Anaximandre qui dit que le principe est l'intermédiaire (*μεταξύ*): « ce qui désigne la vapeur humide ou sèche (fumée) ». Ceci dit, Olympiodore récapitule les choses déjà exposées, en faisant même allusion à différents alchimistes, réels et imaginaires. Mais ce qu'il importe surtout de relever ici, c'est que dans cet exposé qui, s'il pèche par des inexactitudes énormes, n'en dérive pas moins dans une certaine mesure des idées originales, on ne trouve pas la moindre allusion à la théorie atomique dont le nom est lié à celui d'un des auteurs qu'Olympiodore lui-même cite le plus souvent.

De Zosime nous possédons un chapitre dont le titre est plein de promesses: *Sur les substances qui servent de support et sur les quatre corps (métalliques) d'après Démocrite* (*περί τὰ*

ὑπάστατα καὶ τὰ ὁ σώματα κατὰ τὸν Δημόκριτον τὸν ἐπίοντα). Mais les espoirs qu'il fait concevoir sont vite déçus, le traité se réduisant à un exposé des principes de la teinture (il y est aussi question de la coloration des métaux, par exemple, en jaune, pour les transformer en or, ou en blanc, pour les réduire en argent). Même les autres citations de Démocrite que nous trouvons chez le *divin* Zosime, se réduisent à des exposés de différentes recettes. En voici un exemple (III, 16): « Voici dans quels termes Démocrite expose ces choses aux prophètes égyptiens: Je t'écris, ô Philarète, pour t'exposer tout au long la puissance de l'art. Voici le catalogue des espèces: le mercure, tiré du cinabre, (la magnésie), l'antimoine de Coptos, de Chalcédoine, d'Italie, le lithurge, la céruse, le plomb, l'étain, le fer, le cuivre, la crysocolle, le claudianon, la cadmie, la pyrite, l'androdamas, le soufre, l'arsenic, la sandaraque, le cinabre (ἰδράργυρος ἢ ἀπὸ κινναβάρεως, μαγνησία, καὶ στίμμι κοπτικὸς, χαλκηδόνιον, ἰταλικός, λιθάργυρος, ψιμμίδιος, μόλυβδος, κασσίτερος, σίδηρος, χαλκός, χρυσόκολλα, κλαυδιανόν, πυρίτης, ἀνδροδάμας, θείον ἄδικτον, ἀρσένικον, σανδαράχη, κιννάβαρις) ». Suit l'indication du rôle que ces substances peuvent jouer dans l'*œuvre* (alchimique). Plus loin, Zosime lui-même dit (III, 17): « Démocrite a nommé substances les quatre corps métalliques; il entendait par là le cuivre, le fer, l'étain et le plomb ».

On trouve des expressions et des recettes analogues dans tous les autres écrits alchimiques. Je crois pouvoir formuler ainsi que suit le résultat de toutes ces constatations répétées: Démocrite n'a pas seulement élaboré, suivant peut-être en cela Leucippe, la théorie atomique, mais s'occupait aussi, ainsi que nous le savons d'autre part, de questions techniques relatives aux substances, aux minéraux, aux processus de métallurgie etc. La célébrité de ces travaux qui devaient certainement être très importants, s'est conservée; de sorte que dans les siècles postérieurs, lorsqu'on se fut mis à la recherche de noms célèbres de l'antiquité, pour mettre sous leur protection des écrits récents, celui de Démocrite avait paru comme un des plus aptes à couvrir de son autorité les nombreuses théories et recettes qui n'ont rien de commun avec celles du vrai philosophe d'Abdère. Mais si les travaux expérimentaux et d'observation de l'antique penseur ont laissé un souvenir durable, la théorie atomique a été en revanche considérée, dans toutes les écoles scientifiques pratiques, comme une création artificieuse, extra-

scientifique, voire, d'après Aristote, comme une doctrine fautive dans ses principes mêmes. Aussi ces cercles n'ont-ils pas tardé à perdre jusqu'au souvenir de cette théorie, et ceux qui ont plus tard inventé des fables au sujet de Démocrite ou n'en avaient eu, comme il est probable, aucune connaissance ou avaient estimé que la théorie elle-même, désormais tombée entre les mains des épicuriens, était d'une valeur trop minime et d'une utilité trop négative pour être digne d'une mention.



Après cette brève, mais intéressante digression historique sur les vicissitudes de la théorie atomique dans l'antiquité, nous releverons encore quelques autres caractéristiques de la théorie de Démocrite, telles que nous les fournissent les très rares documents parvenus jusqu'à nous et qui ne sont pas, comme le poème de Lucrèce, déformés par des adjonctions postérieures dues aux épicuriens.

Il n'existe donc que les atomes et le vide. Les atomes présentent des qualités et des formes infinies (Aristote, *de gen. et corr.*, I, 1); par leurs positions et arrangements divers ils forment les diverses substances, d'une façon tout à fait analogue à celle dont les lettres de l'alphabet forment les tragédies et les comédies (Arist., *ibid.*, I, 2). Les diverses formes ne sont pas précisées; nous savons seulement que celles du feu possèdent la forme de sphères et que telle est aussi la forme des atomes qui constituent l'âme (Arist., *de cælo*, III, 4). Les variations se produisent de la manière suivante: les atomes se trouvent en état de chute continuelle dans l'espace vide. Dans cette chute ils se heurtent les uns contre les autres; il en résulte différents mouvements, en particulier les mouvements latéraux et tourbillonnaires. C'est ainsi que se déterminent les divers arrangements et les diverses positions et peuvent naître les apparences différentes et variables. Tout le reste de la théorie peut se réduire à ces principaux points.

Mais il reste encore à répondre à une question se rattachant à une autre que nous avons déjà effleurée. D'après la théorie atomique, les transformations sont-elles virtuellement illimitées dans tous les sens et toute substance peut-elle de ce fait se transformer en n'importe quelle autre? Ou bien les différentes espèces d'atomes restent-elles, comme les qualités

d'Anaxagore, inaltérables et forment-elles une série illimitée d'éléments primaires? En d'autres termes, étant données les prémisses de la théorie, les atomes peuvent-ils changer de forme?

Il semblerait que la théorie de Démocrite admette cette irréductibilité des éléments primitifs. Mais, fait observer avec beaucoup d'ingéniosité Aristote (*de cælo*, III, 4), en faisant un raisonnement alors admis et d'un usage commun, ceci est un non-sens; toutes les figures en effet peuvent se décomposer et se réduire à quelques formes primitives, et alors ce ne sont plus les atomes, mais ces quelques formes, qui constituent les *ἀρχαί*. Et on peut en dire autant des mouvements.

Mais même en dehors de ces considérations, le concept fondamental de la position et de l'arrangement des atomes et de l'unité de la *ὑλη* des atomes eux-mêmes, devait exclure, du moins au début, la possibilité que leur forme possédât cette importance exclusive. Ce fut un défaut sensible des atomistes d'attribuer à cela une valeur trop grande: ils retombaient ainsi, sans le vouloir, dans la théorie qu'ils voulaient éviter. Ce serait d'ailleurs commettre un anachronisme que de supposer la pensée des atomistes antiques subissant la double influence de la qualité des atomes et de leur disposition, comme on le fait aujourd'hui, mais à un autre point de vue, principalement dans la systématique de la chimie organique.

Nous devons donc admettre que dans la pensée originale des atomistes existait l'idée, consciente ou inconsciente, de l'absolue unité de la *ὑλη* (abstraction faite du vide) et de la transformation consécutive possible de tout en tout.



Nous avons vu comment se sont établies, vers la fin du cinquième siècle et à la suite d'influences que nous avons rappelées, trois doctrines destinées à expliquer l'essence de la nature et des transformations des substances, ces trois doctrines pouvant être considérées comme trois résultats divers d'un seul et même effort naturaliste et logique. Empédocle, Anaxagore et Démocrite sont les trois noms intimement liés à ces trois théories. Il resterait encore à faire l'étude des nouvelles modifications que subirent ces doctrines et plus particulièrement de celle qui a produit la théorie des transformations des substances, telle qu'elle se présente dans la grande œuvre

scientifique d'Aristote. Mais ni cette étude ni celle des théories qui ont succédé à la théorie du Stagyrite ne rentrent dans le cadre du présent travail qui ne se proposait de s'occuper que de la période qu'on désigne communément sous le nom de présocratique, mais qui, si l'on tient compte du développement des sciences physiques et naturelles, mériterait plutôt le nom de préaristotélienne. Du reste, en ce qui concerne les idées dont nous nous sommes occupés, aussi bien que celles émises dans les autres branches de la connaissance, cette période se présente comme la plus admirablement créatrice dans la pensée grecque ; c'est elle qui a contribué pour la plus grande part à donner à toutes les découvertes et recherches ultérieures la direction et le caractère que nous connaissons.

Roma, Università.

ALDO MIELI

(Traduit par M. le Dr. S. Jankelevitch — Paris).

LA STRUCTURE DE L'UNIVERS

Le problème de la structure actuelle de l'Univers est le problème des distances. Du moment où les distances nous sont connues, nous pouvons établir un modèle, une représentation exacte de notre système stellaire. Pour commencer, nous pouvons tracer des lignes dirigées comme le sont les rayons visuels vers les étoiles. L'observation moderne détermine ces directions avec une précision considérable. Il ne reste qu'à placer les étoiles sur ces lignes, et ceci n'implique rien d'autre que la connaissance des distances.

Non seulement les distances déterminent l'arrangement actuel des étoiles dans l'espace; elles déterminent aussi le *changement* actuel du système. Bien évidemment nous obtenons le changement de direction en observant la direction à des époques différentes; le changement de distance est déterminé par la méthode spectroscopique bien connue de Doppler et Fizeau.

Depuis que l'on observe les étoiles avec la précision moderne, on a reconnu que les mouvements de ces corps sont pratiquement rectilinéaires et uniformes. S'il en était rigoureusement ainsi et si nous étions assurés qu'il en a été ainsi dans le passé et qu'il en sera de même dans l'avenir, grâce à la détermination de la distance, nous arriverions évidemment à connaître les dispositions passées, présentes et futures des étoiles dans l'espace. Nous pourrions dire avoir ainsi résolu tout le problème de la structure de l'Univers. Mais cette supposition est inadmissible. L'attraction mutuelle des étoiles peut ne pas se faire sentir appréciablement, au cours de quelques

siècles ; au cours des âges dont nous avons à nous occuper dans l'étude de l'évolution cosmique, cette attraction doit essentiellement changer le cours des événements. Il faut donc étudier en lui-même le lointain passé et le futur du système, c'est-à-dire son évolution même.

Je devrais, en étudiant ce sujet de la structure de l'Univers, résumer ce qui a été fait dernièrement, en ce qui concerne les deux problèmes dont j'ai parlé, mais je me bornerai, faute de place, à m'occuper seulement de ce que l'on appelle les courants d'étoiles. Qu'est-ce que la découverte des courants d'étoiles a apporté, qu'apportera-t-elle à la solution des deux problèmes : celui des distances, et celui de l'histoire, c'est-à-dire de l'évolution du système stellaire ? Telle est la question que j'examinerai.

Si, à première vue, ce que l'on a fait jusqu'ici semble peu de chose, les astronomes sont en droit de plaider les circonstances atténuantes. Le temps a été court, et il nous manque encore beaucoup de matériaux nécessaires. Si quelque chose a été fait, il faut reconnaître que nous en sommes redevables en grande partie aux astronomes américains. Supprimons, de ce que nous allons discuter, le travail patient et obstiné fourni par l'Amérique, et il ne nous restera presque rien.

Quoique tout ce que nous sachions jusqu'à présent ne soit que bien peu de chose, il sera tout de même nécessaire de limiter encore ce que nous aurons à dire. Nous allons donc nous borner presque exclusivement à la discussion du second problème, ne consacrant que quelques mots au premier.

En ce qui le concerne, c'est un fait bien connu qu'à part quelques exceptions, les distances des étoiles sont trop grandes pour être mesurées de manière directe. Le diamètre de l'orbite de la Terre autour du Soleil, qui sert de base dans ces mesures, est par trop restreint, comparé aux distances stellaires. Dans deux cas, importants, où la mensuration directe semblait impossible, ou tout au moins difficile, on est arrivé au but à l'aide d'une méthode indirecte. Je fais allusion au cas de deux groupes : le groupe des *Hyades* et celui de la *Grande Ourse*. Ils présentent tous deux cette particularité que les étoiles dont ils sont composés, se meuvent toutes avec une égale vitesse, selon des lignes pratiquement parallèles. Pour les membres d'un groupe quelconque où ces deux conditions sont réalisées il est possible d'évaluer théoriquement les dis-

tances, au moyen d'observations qui n'offrent aujourd'hui plus de difficulté. Par malheur dans bien de cas, ce qui est théoriquement possible ne l'est pas pratiquement. En *pratique*, comme conséquence des inévitables erreurs d'observation, il faut ajouter cette condition que le groupe ne doit pas couvrir une trop petite partie de la sphère céleste. Ainsi la méthode échoue encore en ce qui concerne les Pléiades, quoique dans ce groupe, les étoiles se meuvent avec une vitesse égale, selon des lignes parallèles. Toutefois, le groupe est trop restreint pour une application utile de la méthode. Appelons celle-ci (pour abréger, je n'essaierai pas d'expliquer) la méthode des Hyades, et posons la question générale : peut-on étendre cette méthode à la détermination en gros des distances dans le grand système stellaire ? Je crois que cela est possible, grâce à la découverte des courants d'étoiles. Seulement la précision sera plus ou moins grande selon les circonstances.

Pour bien comprendre ce que l'on entend par courants d'étoiles imaginons deux nuages, ou essaims, d'étoiles, qui seraient tout d'abord très éloignés l'un de l'autre dans l'espace. Admettons que les étoiles contenues dans chaque nuage se meuvent indistinctement dans toutes les directions, à peu près comme les molécules d'un gaz. Appelons ce mouvement le mouvement *interne*.

Imaginons maintenant que chaque nuage possède, en plus, un mouvement propre que nous appellerons mouvement de courant ou du nuage. Imaginons que ce mouvement soit tel, qu'il amène d'abord la rencontre et ensuite la pénétration réciproque partielle ou totale des deux nuages. Imaginons enfin le Soleil et le système solaire quelque part dans la portion où les deux nuages se trouvent mêlés, le Soleil étant doué d'un mouvement progressif propre.

Ce qu'un observateur placé sur le Soleil, ou, ce qui est sensiblement la même chose, sur la Terre, verrait dans le cas supposé, correspond d'une manière très approchée à ce qu'il voit actuellement se produire dans le ciel.

Si les étoiles de chaque nuage étaient sans mouvement interne, c'est-à-dire restaient tranquilles dans le nuage qu'elles composent, elles n'auraient d'autre mouvement que celui du nuage lui-même, et nous devrions voir toutes les étoiles du ciel se mouvoir en deux grands courants, les membres de chaque courant se mouvant selon des lignes parfaitement pa-

rallèles et avec une vitesse parfaitement égale, linéairement, les deux courants formant un angle d'environ 100 degrés.¹

Mais les mouvements internes font que l'on verra autre chose. Ils détruisent le parallélisme et l'égalité parfaits, de sorte que l'on distingue seulement ce fait, que les étoiles se meuvent de *préférence* selon deux directions faisant entre elles un angle de cent degrés environ. Les faibles déviations par rapport à cette direction préférée sont fréquentes; les grandes sont rares, les très grandes sont tout à fait exceptionnelles.

C'est là ce que l'on observe actuellement dans le ciel. Nous pouvons ajouter que toutes les recherches faites depuis l'annonce première de la découverte des courants d'étoiles, en 1904, recherches basées sur des données très différentes, s'accordent sur l'existence des deux directions préférées de mouvement. Nous les trouvons chez les étoiles brillantes, comme chez les faibles, chez celles qui vont vite, comme chez celles qui vont lentement. Leur existence se manifeste dans le mouvement radial aussi bien que dans le mouvement astronomique.

On ne s'accorde toutefois pas sur l'*interprétation* des faits. *Notre* idée des deux nuages d'étoiles indépendants, constitue une des explications possibles. Est-elle bonne, ou faut-il considérer comme meilleure quelque autre qui sauve l'unité du système? Ceci est une question d'évolution. Nous l'examinerons tout à l'heure. Notre conclusion sera en faveur de la théorie des deux nuages, et pour plus de clarté, je continuerai à me servir de cette image, bien qu'en réalité ce qui sera avancé ne sera pas, ou sera bien peu, changé, si nous partons simplement de l'observation des faits.

Examinons maintenant si la méthode des Hyades ne pourrait pas s'appliquer au grand système lui-même. Il faudrait pour cela que les mouvements fussent égaux et parallèles.

Il est certain que tant que nous considérons le système comme un tout — et avant de rien savoir des courants d'étoiles, nous n'avions pas d'autre ressource — notre condition ne se trouve nullement remplie. Et pourtant, même à ce moment, la méthode n'était pas absolument inutile.

Mais les choses présentent un autre aspect maintenant, tout au moins dès que nous réussissons à séparer les deux courants, c'est-à-dire à décider à quel courant appartient chaque

¹ Les mouvements sont considérés partout comme relatifs au Soleil.

étoile individuellement. Nous pouvons le faire à présent dans une certaine mesure, mais les observations s'accumulent, qui nous permettront de le faire sur une plus grande échelle avant longtemps.

Ceci fait, nous pourrions considérer séparément chaque courant, et cela nous rapproche beaucoup du cas des Hyades. Nous obtiendrions le cas idéal, plus parfait même que celui qui se trouve probablement réalisé dans les Hyades, si dans chacun de nos courants la vitesse *interne* était *zéro*. Toutes les étoiles présenteraient alors simplement la vitesse du nuage ou du courant, c'est-à-dire qu'elles se déplaceraient avec la même vitesse en lignes parfaitement parallèles. Ce cas, il est vrai, *n'est pas* celui de la nature. Mais pour *une* grande classe d'étoiles, au moins, celle des étoiles à Hélium, les vitesses internes sont très faibles. Le cas idéal se trouve donc approximativement réalisé. En conséquence, nous pouvons trouver des distances approximatives. Et l'approximation se trouve être en somme assez bonne.

Chez les autres classes d'étoiles, le mouvement interne est plus considérable. Mais si nous réussissons à séparer les membres des deux courants, nos notions au sujet des distances, là aussi, deviendront beaucoup plus exactes.

Il se présente de plus, une circonstance heureuse. Par une discussion attentive des étoiles à Hélium et du type I, nous trouvons des indications assez nettes du fait que nos courants se trouvent composés de courants partiels ayant des mouvements légèrement, mais distinctement, différents. Dans chaque courant partiel, la condition d'égalité et de parallélisme doit se trouver plus strictement remplie que dans le courant considéré dans son ensemble, avec cette conséquence que les distances deviennent encore plus exactement mesurables. Il semble qu'il y ait lieu d'espérer que des recherches ultérieures démontreront l'existence de groupes partiels semblables dans les autres classes d'étoiles. A mesure que cette espérance se réalisera le problème des distances sera résolu d'une manière de plus en plus satisfaisante.

Cette indication très incomplète doit nous suffire pour le présent; il est temps de passer au second de nos deux problèmes, celui de l'histoire, ou de l'évolution du système. Quelques remarques s'imposent.

Partons de ce que nous savons, ou croyons savoir, de l'évolution des étoiles séparées.

Celles-ci ont été classées par Secchi, en *quatre* types, selon leur spectre. Nous avons à présent des classifications plus compliquées, mais celle de Secchi, un peu modifiée, nous suffira.

Nous savons si peu de chose des étoiles du quatrième type, et leur nombre est si petit que nous pouvons les laisser de côté. Une partie de celles du premier type a été séparée du reste par la suite; elles présentent des lignes d'Hélium dans leur spectre et forment une classe à part, celle des étoiles à Hélium, dont nous avons déjà parlé. Nous avons donc quatre classes: les étoiles à Hélium, et celles des types I, II et III contenant la grande majorité de toutes les étoiles dont le spectre est connu.

Bien des faits tendent à prouver que cette classification est naturelle, c'est-à-dire correspondante à l'évolution, les étoiles à Hélium étant les dernières nées, alors qu'en passant de celles-ci à celles du 1^{er}, puis à celles des 2^e et 3^e types, nous sommes en présence d'étoiles de plus en plus âgées. Quoique certains astronomes ne partagent pas entièrement cette vue, c'est celle que j'adopterai. Je m'y sens d'autant plus autorisé que j'ai avec moi la grande majorité des plus éminents spectroscopistes, et que les phénomènes mêmes des courants d'étoiles dont il va s'agir, la confirment fortement.

Si nous voulons pénétrer l'histoire du système, il semble qu'il faille traiter le problème des courants d'étoiles *séparément* pour chacune des quatre classes. Ce travail offre quelques difficultés à cause de la rareté des matériaux. Pourtant on a pu le conduire de manière à établir quelques faits et à trouver tout au moins des indications sur quelques autres. Nous n'étudierons que les deux suivants sur la réalité desquels il me semble qu'il ne peut plus exister de doute raisonnable:

1. Plus les étoiles sont anciennes, plus grande est leur vitesse interne.

2. Plus les étoiles sont anciennes, plus est riche le second courant comparé au premier.¹

Ces faits nous ramènent à la question de l'ordre de l'évolution des différentes classes. La régularité dans l'augmentation de la vitesse interne et de la richesse du second courant n'existe que *si nous adoptons* comme ordre d'évolution l'ordre

¹ Il eut été plus correct de dire qu'il y a une progression régulière dans l'ordre suivant: Hélium, type I et types II + III, les types II et III n'ayant pas été encore étudiés séparément.

suivant: Hélium, types 1^{er}, 2^e et 3^e, ou bien l'ordre exactement inverse: 3^e, 2^e, 1^{er} types, et Hélium. Par conséquence, quiconque admet que les propriétés des étoiles doivent changer avec l'âge *graduellement* et non *per saltum*, doit admettre aussi l'ordre de l'évolution tel que nous l'avons supposé ou l'ordre inverse. D'autres faits, sur lesquels nous ne pouvons nous attarder, sont là, pour prouver que l'ordre de l'évolution n'est pas l'ordre inverse. Ainsi, se trouve donc fortement confirmé ce qui, pour de tout autres motifs, est généralement considéré comme étant l'ordre des différentes phases de la vie d'une étoile.

Mais continuons. Comme les mouvements internes des étoiles sont d'autant moindres que celles-ci sont plus jeunes, il en découle ceci: quelle que soit la matière d'où sont nées nos plus jeunes étoiles, cette matière doit, selon toute probabilité, présenter un mouvement interne encore plus réduit. Appelons cette matière, *la matière primordiale*. La vitesse interne des étoiles à Hélium étant déjà très réduite, nous en venons à la conclusion que la matière primordiale ne peut guère avoir d'autre mouvement que celui du nuage auquel elle appartient.

Il y a plus. D'après le second des faits observés, le second courant plus riche en étoiles âgées, est pauvre en étoiles plus jeunes. Parmi les étoiles à Hélium, on ne trouve presque aucune trace d'un second courant. Il nous faut donc penser que les parties composantes de matière primordiale se meuvent toutes, en fait, dans la direction que suivent, sauf quelques rares exceptions, toutes les étoiles à Hélium, et avec la même vitesse. Or on admet très généralement que ce sont les nébuleuses qui ont formé les étoiles, et envisagée de ce point de vue, la matière primordiale ne serait rien autre que la matière des nébuleuses. Ce qui précède nous donne le moyen de vérifier par l'observation cette idée.

Que nous fournit-elle?

Les données disponibles sont, jusqu'ici, en nombre très restreint. La détermination du mouvement astronomique propre de ces objets mal définis, présente des difficultés particulières. Jusqu'à présent on a toujours échoué dans la tentative.

D'un autre côté le peu d'éclat des nébuleuses est un obstacle sérieux à la détermination de la vitesse radiale par le spectroscope. Aussi, ne la connaissons nous encore que pour 14 nébuleuses en tout.

Ce chiffre, quoique limité, suffit à prouver, toutefois, que les mouvements réels de ces corps ne sont même pas approximativement parallèles au mouvement des étoiles à Hélium, ni même à une direction fixe quelconque. De plus, leurs vitesses sont extrêmement différentes.

En faut-il conclure que les nébuleuses ne sont pas le lieu de naissance des étoiles? Il peut le sembler. Toutefois, ne nous hâtons pas de conclure. Il y a nébuleuse et nébuleuse. Il se trouve — et il y a pour cela des raisons pratiques — que les observations, relatives à la vitesse radiale, ne concernent, à une exception près, que ce qu'on appelle les nébuleuses planétaires; ce sont de très petites nébuleuses rondes ou elliptiques, qui doivent leur nom à une ressemblance lointaine avec les disques planétaires. Herschel leur trouva une ressemblance avec ce qu'aurait été, selon la cosmogonie de Laplace, l'aspect primitif de notre système solaire, et il imagina ainsi que c'étaient des mondes *in statu nascenti*. Ceci ne s'accorde nullement avec ce que nous constatons tout à l'heure. Les nébuleuses planétaires ne peuvent être le lieu de naissance des étoiles. Leurs mouvements sont tels, qu'il faudrait les placer plutôt à la fin de la série de l'évolution qu'au commencement. Nous pouvons peut-être considérer comme une confirmation indépendante de cette vue, les phénomènes présentés par les étoiles temporaires ou *novae*. Mais ne perdons pas de temps à discuter ce point.

Ainsi que je viens de le dire, il y a une nébuleuse non planétaire, dont on a déterminé la vitesse radiale. C'est la fameuse nébuleuse d'Orion appartenant à la classe des nébuleuses irrégulières.

Ces dernières ne pourraient-elles pas donner naissance aux étoiles?

Il se trouve que cette nébuleuse a exactement la même vitesse radiale que les étoiles à Hélium du premier courant, c'est-à-dire qu'elle présente exactement le mouvement qu'elle devrait avoir, si elle était le lieu de naissance d'étoiles. Il ne faut pas, naturellement, sur ce seul fait, baser de conclusions trop affirmatives. Mais à mon avis, nous avons le droit de dire qu'il fortifie singulièrement ce qui découle d'autres faits, tels que le rapport très général des étoiles à Hélium, avec les nébuleuses irrégulières environnantes, etc.... En outre, les observations sur la vitesse radiale des autres nébuleuses irrégulières

doivent, avant longtemps, nous fournir une pierre de touche décisive.

Il y a dans tout cela un autre problème non moins important que celui dont il vient d'être question. Comment expliquerons-nous ce fait que la vitesse interne des étoiles augmente régulièrement, à mesure qu'elles vieillissent ?

L'astronome qui, dans ses études des mouvements des corps célestes, n'a guère trouvé trace d'une force autre que la gravitation, mettra naturellement celle-ci en avant comme explication. Il semble vraiment nécessaire que sous l'influence de leur gravitation mutuelle, des corps qui n'ont pas, ou ont très peu, de mouvement relatif au commencement, doivent acquérir ce mouvement, lequel, dans certaines limites du moins, doit augmenter avec le temps. Jusqu'ici, il n'y a pas de grande difficulté. Mais reportons-nous maintenant en arrière, au temps où les étoiles n'étaient pas encore formées, et où la matière était encore dans son état primordial. S'il est vrai que l'attraction mutuelle des étoiles ait engendré une si prodigieuse quantité de mouvement interne pendant le temps nécessaire à l'évolution des étoiles depuis le type à Hélium jusqu'aux types II et III, comment devons-nous expliquer le fait que nous trouvons cette même matière presque à l'état de repos, à la première étape de la vie stellaire. Comment expliquer que dans les temps pré-Héliens, la gravitation n'ait produit qu'un mouvement presque insensible ? La question est sans difficulté pour quiconque croit en la création de la matière à une époque lointaine mais finie. Mais à qui ne partage pas ce point de vue, il paraît prodigieux que la matière se comporte comme s'il n'y avait pas de gravitation. Quelle peut être l'explication ? N'y aurait-il réellement pas de gravitation dans la matière primordiale, ou existe-t-il une autre force qui contrebalance exactement ses effets ?

Je n'ai pas de solution à offrir. Je veux simplement faire remarquer qu'il y a là un grand problème, qui à mon avis mérite autant l'attention du physicien que celle de l'astronome.

Revenons à une question déjà abordée. Le fait observé de la préférence dans les mouvements stellaires pour *deux* directions, nous amène-t-il nécessairement à conclure que notre Univers a été formé par la rencontre de deux nuages d'étoiles indépendants, ou peut-on expliquer les choses sans sacrifier

l'unité du système? Une telle explication semblera peut-être plus naturelle. Est-elle admissible?¹

Supposons un nuage d'étoiles très allongé où les étoiles sont originellement au repos. Abandonnons ce nuage à l'attraction mutuelle des corps dont il est composé. Ceux qui se trouvent dans les parties opposées du nuage commenceront à tomber les uns vers les autres. Il y aura donc formation de deux courants opposés en direction, approximativement parallèles à l'axe du nuage, mais pas d'une manière exclusive ni absolue. En d'autres termes nous aurons deux directions de mouvement préférées. Il n'y a point de difficulté véritable dans ce fait qu'ils sont exactement opposées, alors que les courants observés dans le ciel font un angle d'environ cent degrés, car des courants opposés vus d'un corps qui se meut lui-même, comme notre Terre, sembleront faire un angle, et nous pouvons facilement déterminer le mouvement de la Terre, de façon à nous mettre en harmonie avec l'observation. Jusqu'ici, pas d'objections. Mais il y a d'autres conséquences. Dans un Univers allongé, comme celui que nous supposons, la vitesse moyenne longitudinale — ce que nous avons appelé la vitesse des courants — et les déviations par rapport à celle-ci (le mouvement interne) augmenteront l'un et l'autre graduellement, à partir de la vitesse zéro.

Or, nous trouvons une augmentation semblable pour les vitesses internes. En est-il de même pour la vitesse des courants? Nullement.

Des observations récentes faites au Mount Wilson, nous ont permis d'obtenir des valeurs assez exactes pour la vitesse des courants des étoiles du type I.

Jusqu'à présent, nous ne pouvons assigner aux étoiles à Hélium qu'une limite que la vitesse relative des deux courants doit dépasser. Pour les étoiles plus anciennes nous avons des données précises depuis quelque temps. Toutes ces déterminations prouvent que, contrairement à ce qui se passe pour les mouvements internes, la vitesse relative des deux courants doit être à peu près la même pour les étoiles plus anciennes et pour les plus jeunes, et ne peut différer de beaucoup même dans le cas des étoiles à Hélium.

Ce fait me semble fatal à l'explication considérée.

¹ Pour la considération qui va suivre, consulter le *Programme de la Soc. Holl. des Sciences pour 1906*, p. LIV.

Schwarzschild a élaboré une théorie différente, qui fait aussi de l'Univers un tout, mais malgré son élégance, cette théorie ne me paraît plus acceptable à présent.

Parmi les objections principales, il y a le second des faits observés, dont il vient d'être parlé, et qui était ignoré quand Schwarzschild proposa sa théorie. Cette dernière implique que le nombre des étoiles dans les deux courants est égal. Ceci peut ne pas s'éloigner trop de la vérité pour les étoiles des second et troisième types; pour le type I le nombre d'étoiles dans le second courant ne peut différer beaucoup d'un tiers de ce qu'il est dans le premier. La proportion n'atteint pas un dixième, pour les étoiles à Hélium. Le second courant en est si pauvre qu'on l'en croyait complètement dépourvu jusqu'à il y a peu de temps.

La conclusion à tirer de tout ceci semble évidente. C'est que nous sommes amenés à admettre, d'accord avec la supposition acceptée dans cet article, deux nuages d'étoiles, qui, grâce à leur vitesse initiale, se sont rencontrés et mêlés. Il faut avouer toutefois qu'il reste encore de grandes difficultés. Tant que ces difficultés ne seront pas résolues, la théorie reste incertaine; il faut y voir simplement une hypothèse, celle qui pour le moment s'accorde le mieux avec les faits observés.

Il reste à expliquer pourquoi le second courant contient si peu d'étoiles à Hélium. L'examen de quelques groupes stellaires locaux pourra nous aider. Chacun connaît les Pléiades. Il est hors de doute que les étoiles brillantes et beaucoup des étoiles plus faibles que nous voyons dans cette partie du ciel, sont réellement proches les unes des autres dans l'espace, et non pas simplement presque dans un même rayon visuel. Elles forment un système physique et doivent avoir une origine commune. Nous connaissons actuellement plusieurs groupes de ce genre: celui des Hyades, le groupe de la grande Ourse, et, peut-être, le grand groupe Scorpion-Centaure.

Or, dans ces groupes locaux, à part quelques exceptions, un fait s'impose. Si nous dénombrons leurs éléments par ordre d'éclat absolu, il y a concordance approximative avec l'ordre des spectres. Prenons le groupe Scorpion-Centaure. Les étoiles très brillantes appartiennent aux premières subdivisions du type à Hélium; les étoiles un peu moins brillantes sont du type à Hélium plus âgé, celles d'un éclat encore moindre sont du type I. Si nous ne pouvons suivre la série plus loin dans

les types I et II, cela ne tient probablement qu'à notre défaut de connaissance des étoiles plus faibles du groupe.

Chez les Pléiades, que nous connaissons mieux, nous pouvons suivre la série jusqu'au milieu du type II. D'où il suit que lorsqu'un groupe contient des étoiles à Hélium, elles ne peuvent échapper à notre attention, étant toutes brillantes, et nos connaissances à l'égard des ces étoiles très brillantes étant suffisamment complètes.

Néanmoins, et ceci est le second fait remarquable, qui se rapporte directement à la question, nous ne trouvons pas une seule étoile à Hélium dans les Hyades ou dans le groupe de la grande Ourse. Les étoiles de ces groupes présentent les mêmes changements dans le spectre avec l'éclat, mais au lieu de commencer par les premières étoiles à Hélium, la série commence tout à coup par la seconde phase de la vie stellaire.

Chez les Pléiades, la série commence un peu plus tôt, mais là non plus, il n'y a pas une seule étoile appartenant aux premières subdivisions du type Hélium. Elle commence abruptement par des étoiles du type Hélium moyen. Ce n'est que dans le Scorpion-Centaure que nous trouvons la série complète.¹

Notre second courant se comporte donc à peu près comme les groupes locaux des Hyades, ou de la Grande Ourse. L'explication doit vraisemblablement être la même dans les deux cas.

Comment donc se fait-il que dans les Hyades et la Grande Ourse, les étoiles à Hélium manquent complètement ?

Pour ceux qui considéreront avec moi que la série Hélium et types I, II et III constitue une série d'évolution, il n'est pas douteux que le temps a été où les étoiles qui sont actuellement du type I étaient des étoiles à Hélium.

Par conséquent les groupes qui ne contiennent pas de ces étoiles à présent, ont dû autrefois en contenir un grand nombre. Si nous nous reportons encore plus loin en arrière, ces étoiles à Hélium ont dû être engendrées par quelque autre matière, probablement la matière nébuleuse. Nous devons conclure qu'autrefois les Hyades et la Grande Ourse ont dû être pleines de nébulosité. Autant que je le sache, on n'observe pas trace de nébulosité à présent. Il a donc dû y avoir une époque où la matière nébuleuse s'est trouvée épuisée, ayant

¹ Je crois que dans ces deux phénomènes, nous pouvons voir une nouvelle preuve de l'ordre d'évolution: Hélium, type I et type II.

été probablement toute employée à la formation d'étoiles. Depuis ce moment évidemment, aucune autre étoile à Hélium n'a pu être évoluée, et comme celles qui avaient déjà été formées passèrent graduellement au type I, le temps a dû nécessairement venir où le groupe ne contenait plus aucune étoile à Hélium. Donc, à la question : comment se fait-il qu'il y ait si peu d'étoiles à Hélium dans le second courant, nous répondons : parce que la matière nébuleuse se trouve épuisée depuis quelque temps dans ce nuage. Nous concluons, pour le premier courant, que la matière nébuleuse n'est pas encore épuisée, ou vient seulement de l'être.

Mon but a été de prouver, non qu'il y avait beaucoup de fait, mais beaucoup à faire, non que nous étions entrés dans la terre promise, cette terre ouverte à la vue humaine de manière si tentante depuis que le premier homme regarda le ciel, mais simplement que quelques chemins sont ouverts, par lesquels nous pouvons espérer pénétrer un peu.

Nos problèmes prennent une forme plus définie, et même si jamais nous ne pouvions les résoudre complètement, rappelons-nous la parole du poète : « Si Dieu tenait dans sa main droite toute la vérité, et dans sa main gauche seulement l'ardent désir de la vérité, même avec cette condition que je devrais me tromper à jamais, et s'il me disait de choisir, je m'inclinerais devant lui, en disant : " O Père, donne moi la gauche ; la vérité pure ne peut-être que pour toi-seul „ ».

Groningen, Universiteit.

J. C. KAPTEYN

(Traduit par M. Henry de Varigny - Paris).

LA THÉORIE DES SOLUTIONS ÉLECTROLYTIQUES

Dans chaque branche de la connaissance humaine, un moment arrive de temps à autre où deux courants de recherches qui avaient semblé jusqu'alors tout à fait indépendants l'un de l'autre sont réunis en une synthèse supérieure par un penseur qui, au milieu de la multiplicité des phénomènes particuliers, a su conserver la vision exacte des grandes lignes directrices de sa science. Un pareil moment, dont l'importance pour les progrès de la science est toujours grande, souvent capitale, la chimie l'a connu au cours de la huitième décade du siècle passé.

On avait réussi, à la suite d'une longue série de recherches, à acquérir une représentation satisfaisante de la nature des systèmes gazeiformes; mais en ce qui concerne les systèmes liquides, qui se rapprochent des systèmes gazeiformes parce qu'ils sont, comme ceux-ci, des structures amorphes, et surtout en ce qui concerne les solutions, on en savait encore très peu de chose autour de 1880. S'il en est autrement aujourd'hui, nous le devons à une science qui était alors très éloignée de la chimie et même de la physique: à la botanique, et surtout à physiologie végétale.

En étudiant la physiologie végétale, les botanistes se sont trouvés en présence d'une propriété singulière de la membrane qui entoure la cellule: ces membranes se laissent traverser par l'eau, mais ne se laissent pas traverser par les substances dissoutes dans l'eau. Lorsqu'on plonge une cellule dans de l'eau pure, on observe ceci: lorsque les substances dissoutes dans le liquide aqueux de l'intérieur de la cellule, ne peu-

vent traverser la membrane pour passer dans l'eau extérieure, celle-ci pénètre en plus ou moins grande quantité dans la cellule, et à mesure que celle-ci se remplit, la membrane se gonfle et peut même éclater. Ainsi que la montra Pfeffer au cours de ses recherches sur des cellules artificielles remplies d'une solution de sucre de canne, le degré de cette pression « osmotique » qui s'exerce sur la membrane dépend essentiellement de deux facteurs: en premier lieu, de la concentration du sucre à l'intérieur de la cellule, en deuxième lieu, de la température.

Les recherches de Pfeffer sont naturellement restées inconnues à la plupart des physiciens et des chimistes, et les rares physiciens et chimistes qui les connaissaient ne savaient qu'en faire, jusqu'à ce que Jacobus Henricus van't Hoff, dont le botaniste de Vries avait attiré l'attention sur les travaux de Pfeffer, ait signalé l'analogie qui existe entre la pression osmotique et la pression des gaz. Le calcul ne tarda pas à montrer en effet que la pression osmotique obéit à la même loi que la pression des gaz: la pression que la solution de sucre à l'intérieur de la cellule exerce sur la membrane entourée d'eau extérieurement est égale exactement à la pression gazeuse que le sucre exercerait sur la membrane, si la cellule ne renfermait que le même nombre de molécules de sucre sous la forme gazeuse. La pression osmotique dans les solutions et la pression gazeuse dans les gaz sont donc des phénomènes parallèles, qui peuvent être calculés d'après la même loi et à l'aide des mêmes constantes.

Après avoir ainsi rattaché l'un à l'autre, mathématiquement et formellement, deux faits d'expérience en apparence totalement indépendants, van't Hoff s'était demandé, si d'autres observations, restées jusqu'alors isolées, ne peuvent être rattachées, elles aussi, à la théorie de la pression osmotique et de la pression gazeuse. Et il trouva en effet des faits de ce genre dans les importantes recherches de Raoult sur les points de congélation et d'ébullition des solutions. Que la température d'ébullition d'une solution doive être plus élevée et sa température de congélation plus basse que celles du solvant pur, — c'est ce qui nous paraît naturel aujourd'hui, depuis la découverte de van't Hoff. Lorsqu'une solution aqueuse se congèle ou entre en ébullition, l'eau *pure* se dégageant dans le premier processus sous forme de glace, dans le deuxième

sous forme de vapeur, l'espace dont disposent les molécules de la substance dissoute commence par diminuer. Il s'accomplit dans ces conditions un travail qui va à l'encontre de la pression osmotique; et c'est ensuite seulement que peut se produire la congélation ou l'ébullition des parties du milieu solvant débarassées de la substance dissoute. La congélation et l'ébullition d'une solution exigent donc, de ce fait qu'il s'agit de vaincre la pression osmotique, un travail plus grand que celui nécessaire pour obtenir la congélation ou l'ébullition du milieu solvant pur. On obtient ce surplus de travail en fournissant à la solution qu'on veut amener à l'ébullition plus de chaleur qu'il n'en faut pour faire bouillir le solvant pur, circonstance qui s'exprime dans une élévation de la température d'ébullition; dans la congélation, au contraire, l'énergie que nécessite le travail destiné à vaincre la pression osmotique est empruntée à la solution même qui se congèle et dont le point de congélation descend de ce fait au-dessous de celui du solvant pur. D'après cette conception, l'élévation du point d'ébullition ou l'abaissement du point de congélation de solutions ayant le même solvant doivent être indépendantes de la nature chimique de la substance dissoute, puisque la hauteur de la pression osmotique en est également indépendante; et, d'un autre côté, des solutions présentant la même pression osmotique, c'est-à-dire des solutions ayant le même nombre de molécules dissoutes par unité de volume, bref les solutions dites « isotoniques » ou « isosmotiques » doivent présenter la même élévation du point d'ébullition et le même abaissement du point de congélation. Ce sont là des faits que Raoult avait déjà établis empiriquement; et c'est ainsi que, en créant la « théorie des solutions diluées », van't Hoff a su réduire à la théorie de la pression gazeuse aussi bien les recherches de physiologie végétale de Pfeffer que les recherches thermochimiques de Raoult dont la connexion était jusqu'alors inconnue.

La nouvelle théorie n'était toutefois pas exempte de lacunes: les solutions qui intéressent le plus le chimiste, à savoir les solutions aqueuses des acides, des bases et des sels, présentaient des anomalies que van't Hoff n'a pas su expliquer: la pression osmotique qu'exercent ces solutions et par conséquent l'élévation de leurs points d'ébullition et l'abaissement de leurs points de congélation sont notablement supérieurs à ce qu'exige la théorie.

L'interprétation de ces anomalies, que nous devons à Arrhenius, a été rendue possible à la suite de recherches dans le domaine de l'électrochimie.

On sait que les solutions aqueuses des acides, des bases et des sels, désignées communément sous le nom d'électrolytes, se distinguent des solutions d'autres substances par leur conductibilité pour le courant électrique. Les électrolytes diffèrent toutefois des conducteurs métalliques en ce que le passage du courant à travers la solution détermine un changement de concentration, les ions, c'est-à-dire les produits de décomposition ayant une charge électrique négative ou positive, se transportant vers les électrodes: les ions positifs ou cations vers l'électrode négative, les ions négatifs ou anions vers l'électrode positive.

La conductibilité électrique des solutions électrolytiques a fait l'objet de nombreuses recherches, parmi lesquelles nous mentionnerons tout particulièrement celles de Hittorf et de Kohlrausch. Hittorf a étudié les variations de concentration qui se produisent dans les solutions électrolytiques lors du passage du courant électrique; en analysant les différentes parties d'une solution avant et après le passage du courant, il a trouvé que les ions de la solution se déplacent dans la direction des électrodes avec une vitesse variable. Il exprima cet important résultat par le nombre de transport: il appela, en effet nombre de transport d'un ion le rapport qui existe entre la vitesse de migration de cet ion et la somme des vitesses de migration de l'anion et du cation de l'électrolyte auquel il appartient.

Vingt années environ plus tard, Kohlrausch en substituant à la conductibilité absolue (spécifique) la conductibilité moléculaire qu'il avait définie comme le quotient de la conductibilité spécifique de la solution et du nombre de molécules que contient un centimètre cube de l'électrolyte, donc comme l'action conductrice d'une molécule isolée de l'électrolyte, découvrit ce fait important que chaque molécule électrolytique d'une solution conduit d'autant mieux le courant électrique qu'il y a moins de molécules électrolytiques dans l'unité d'espace de la solution. Dans les solutions extrêmement diluées, l'action conductrice de chaque molécule électrolytique atteint une valeur-limite maxima, et cette valeur-limite, la « conductibilité moléculaire de l'électrolyte dans une solution infiniment étendue », est égale à la somme arithmétique des conductibilités de tous

les ions de l'électrolyte caractérisés, chacun, par sa vitesse de migration et sa charge électrique propres. Dans une solution infiniment étendue, l'action conductrice de chaque ion représente une constante absolument indépendante de la nature chimique des autres ions présents.

La conclusion qui nous paraît aujourd'hui si naturelle, à savoir que puisque les ions des électrolytes agissent indépendamment les uns des autres, aucun lien en général n'existe plus entre eux dans la solution et que par conséquent la molécule électrolytique est dissociée, décomposée en ses parties constituantes, cette conclusion n'a pas été formulée par Kohlrausch: autre exemple intéressant du phénomène signalé par Ostwald, à savoir que les grands savants, comme s'ils étaient épuisés par l'effort fourni, se trouvent souvent incapables de couronner l'édifice qu'ils ont bâti. Et ce qui nous paraît aujourd'hui encore plus curieux, c'est que van't Hoff lui-même n'ait pas tiré cette conclusion, lui qui savait si bien que les solutions électrolytiques possèdent une pression osmotique supérieure, c'est-à-dire que le nombre des particules dissoutes est supérieur à celui que donne le calcul.

C'est à Arrhenius que revient le mérite d'avoir fondu en une théorie unique, la « théorie des ions », celle de van't Hoff sur les solutions étendues, et les données de l'électrochimie. D'après Arrhenius, la conductibilité des solutions électrolytiques serait due à la présence constante d'ions libres; ceux-ci seraient seuls conducteurs, et quant aux molécules électrolytiques non dissociées, elles ne prendraient aucune part à la conduction de l'électricité. Dans les solutions extrêmement étendues, toutes les molécules de l'électrolyte sont dissociées en leurs ions, et il en résulte que la conductibilité moléculaire des solutions infiniment étendues est égale à la somme des conductibilités des ions. Dans des solutions moins étendues, seule une partie plus ou moins grande des molécules électrolytiques est ionisée; aussi la part de chaque molécule dans la conductibilité totale y est-elle moins grande.

La fraction du nombre total des molécules électrolytiques qui présente la dissociation en ions peut être calculée, ainsi que la montra Ostwald, en s'appuyant sur les recherches d'Arrhenius, à l'aide de la loi de l'action des masses découverte par Guldberg et Waage: le quotient fourni par la concentration a des molécules électrolytiques non dissociées et par

reposent peut-être sur des processus de répulsion électrostatique, le nombre d'atomes A étant une mesure de la grandeur du corps sur lequel se trouvent les charges. On sait en effet que la capacité électrique d'une grande sphère est supérieure à celle d'une petite.

Il va sans dire que la nature chimique du milieu solvant dans lequel est dissous l'électrolyte n'est pas sans exercer une certaine influence sur le degré de dissociation. En effet les ions sont des complexes ayant des charges électriques contraires et doivent, d'après les lois fondamentales de l'électrostatique, s'attirer réciproquement.

Le degré de leur attraction, c'est-à-dire le potentiel électrique existant entre les ions, dépend non seulement du degré de la charge électrique et de la distance qui sépare les ions, mais aussi, et dans une grande mesure, de la nature chimique du milieu qui se trouve entre les ions, autrement dit du diélectrique. On sait que l'influence de celui-ci se mesure par la constante diélectrique, qui est une grandeur dont la valeur est en raison inverse de celle du potentiel. C'est ainsi que plus la constante diélectrique d'un milieu est grande, et plus l'attraction électrique, toutes les autres conditions étant égales, est petite, plus le milieu doit être favorable à la dissociation. Les recherches très étendues qui ont été faites sur ce sujet ont montré en effet qu'il existe un parallélisme direct entre les constantes diélectriques des liquides et leur force de dissociation: l'eau, dans laquelle nous voyons le milieu solvant le plus spécifiquement dissociant, en ce qui concerne les électrolytes, est loin d'occuper sous ce rapport une place exceptionnelle.

Quelques intéressantes que soient ces règles, elles ne sont pas de nature à nous satisfaire complètement, car nous sommes encore hors d'état de les formuler mathématiquement et de soumettre les formules à une épreuve exacte. Le nombre des facteurs susceptibles d'influencer les ions est très grand, et c'est là un fait qui apparaît avec une évidence particulière, lorsqu'on examine la question relative au degré de dissociation des électrolytes dans le même milieu solvant.

Ainsi que nous l'avons déjà mentionné, deux méthodes s'offrent à nous pour la détermination du degré de dissociation: la méthode qui repose sur la pression osmotique et celle qui repose sur les mesures électriques de la conductibilité et — soit dit en passant — de la force électromotrice. Il est à

remarquer tout d'abord que les valeurs fournies par ces méthodes pour le degré de dissociation d'une seule et même solution sont loin d'être concordantes: pour les solutions étendues, le degré de dissociation calculé d'après la conductibilité est de 2 % à 3 % plus élevé que celui déduit de la dépression du point de réfrigération, c'est-à-dire que celui calculé d'après la méthode osmotique la plus exacte.

Cette différence a naturellement donné lieu à de nombreuses discussions, sans qu'on ait réussi jusqu'ici à en trouver une explication tout à fait satisfaisante. Nous ne savons laquelle de ces deux méthodes donne les valeurs les plus exactes. Nous sommes même en droit de nous demander si les résultats fournis par l'une et par l'autre ne sont pas également sujets à caution. On pourrait songer, il est vrai, à contrôler les données expérimentales à l'aide de la loi de l'action des masses, mais la chose n'est guère possible, vu que cette loi n'est pas applicable aux solutions électrolytiques étendues; les résultats déduits à l'aide de cette loi ne s'harmonisent pas d'une façon satisfaisante avec les valeurs expérimentales obtenues à l'aide des deux méthodes en question.

Dans quelle sens la théorie des ions doit-elle être complétée et perfectionnée? C'est là une question qui pour le moment ne comporte encore que des solutions plus ou moins probables. Comme les différences se manifestent principalement en présence de substances fortement dissociées en solution aqueuse, on est conduit à supposer que ce sont les charges électriques des ions qui sont la cause des anomalies. Ce facteur électrostatique peut agir dans une double direction: en influençant soit les rapports existant entre les différents ions juxtaposés dans la solution, soit ceux qui existent entre les ions et les complexes non-ionisés de la solution. Nous dirons ici quelques mots de chacune de ces deux éventualités.

La loi de l'action des masses stipule que dans l'équation de la dissociation

$$\frac{a}{b \cdot c \dots} = K,$$

où a exprime le nombre des molécules électrolytiques non-dissociées, $b, c \dots$ les nombres des ions par unité d'espace de la solution, la valeur de la constante d'équilibre K est indépendante de la concentration.

Ceci peut être exact, lorsque les substances réagissant les unes sur les autres n'obéissent qu'à des forces chimiques dont l'action ne se manifeste peut-être que dans le voisinage immédiat des molécules; mais il est peu probable qu'il en soit de même des substances subissant l'action de forces électrostatiques disséminées dans l'espace. Dans les solutions concentrées les ions se déplacent dans des champs électrostatiques plus forts que dans les solutions diluées, et cela parce qu'ils sont plus rapprochés dans les premières que dans les dernières; il en résulte que la force d'attraction et de répulsion qui s'exerce entre les ions n'est pas constante, ainsi que le laisserait supposer la loi de l'action des masses: elle est plus grande dans les solutions concentrées que dans les diluées. Les électrolytes doivent donc être moins dissociés dans celles-là et plus dans celles-ci que ne l'exige la loi de l'action des masses, et c'est là une conclusion qui semble s'accorder parfaitement avec les données de l'observation.

L'influence des ions sur les composés électriquement neutres des solutions se comprend, si l'on songe aux expériences accumulées à la suite des études faites sur le passage de l'électricité à travers les gaz. Nous savons que des particules ayant une charge électrique, par exemple les électrons et les ions gazeux, s'entourent de molécules gazeuses neutres, dont le nombre varie selon les conditions de l'expérience. C'est ainsi que les ions devraient, eux aussi, être accompagnés dans leurs solutions d'un cortège de molécules du milieu solvant. Il n'est pas du tout certain que les complexes ainsi formés, dont l'existence a été rendue probable par de nombreuses recherches récentes, puissent être considérés comme de vrais hydrates ou, plus généralement, comme de vrais « solvates », c'est-à-dire que les molécules d'eau groupées autour d'un ion forment avec celui-ci un ensemble cohérent, séparé des autres molécules d'eau par une limite tranchée. Il est bon d'ajouter toutefois qu'aucune des tentatives faites jusqu'ici pour déterminer le degré d'hydratation d'un ion n'a donné de résultat satisfaisant.

Ces représentations, une fois formulées avec toute la rigueur mathématique, seront-elles de nature à écarter les difficultés auxquelles se heurte encore aujourd'hui la théorie des ions? C'est ce qu'il est impossible de dire pour le moment. Nous savons seulement que les difficultés existent, mais il

serait exagéré d'en tirer la conclusion que la théorie des ions est fausse: à cette conclusion s'opposent et l'expérience, puisque dans une certaine mesure cette théorie nous donne un tableau satisfaisant des phénomènes qui se passent dans les solutions électrolytiques, et des considérations d'ordre général:

Le public croit habituellement qu'une théorie scientifique est ou juste, ou fausse. Quelque plausible que cette opinion paraisse au premier abord, elle n'en est pas moins en contradiction avec la nature propre des théories scientifiques. La tâche d'une théorie scientifique consiste à découvrir les facteurs dont dépend un phénomène donné et de déterminer numériquement le degré de leur influence. Or il n'est probablement pas un seul cas où nous connaissions tous les facteurs, et le degré d'action exact de chacun d'eux: nos théories seraient donc toutes imparfaites, et la mesure de leur imperfection est fournie par la somme des influences que des facteurs encore inconnus exercent sur le phénomène en question. Mais la valeur absolue de ces influences, loin d'être une constante, dépend dans une grande mesure des conditions de l'expérience et du processus. *Une théorie est POUR NOUS d'autant plus parfaite que l'influence des facteurs inconnus se manifeste moins dans les conditions où s'opère notre expérience:* la valabilité de nos théories, c'est-à-dire l'étendue des conditions dans lesquelles l'action des facteurs inconnus soit tellement petite qu'on puisse les négliger, est toujours limitée.

Considérée à la lumière de ces réflexions, la théorie des solutions électrolytiques apparaît en effet comme très imparfaite, parce que l'influence de facteurs inconnus se fait sentir très nettement encore dans ces domaines qui nous intéressent le plus. Mais dans quelque direction que s'accomplisse le développement ultérieur de la théorie de la dissociation, on peut dire dès à présent que nos connaissances actuelles ne cesseront pas pour cela de former une partie très essentielle, sinon la plus essentielle, de cette théorie.

Clausthal i. H., Bergakademie.

WERNER MECKLENBURG

(Traduit par M. le Doct. S. Jankelevitch - Paris).

L'INTÉRÊT DE LA PSYCHO-ANALYSE

DEUXIÈME PARTIE.

Son intérêt pour les sciences non psychologiques.

a) Son intérêt du point de vue de la science du langage.

J'outrepasse incontestablement la signification usuelle attachée au terme, lorsque je postule un intérêt de la psycho-analyse pour le philologue. Le terme « langage » ne doit pas être compris uniquement ici comme l'expression de la pensée par des mots: il faut y faire rentrer aussi le langage des gestes et tous les autres genres d'expression d'activité psychique, comme l'écriture par exemple. L'on peut faire valoir alors que les interprétations de la psycho-analyse sont tout d'abord des traductions d'une méthode étrangère d'expression en une méthode familière à notre pensée. Lorsque nous interprétons un rêve nous ne faisons que traduire une certaine substance de la pensée (les idées latentes du rêve) en la transposant du « langage du rêve » dans celui de notre existence consciente. On se familiarise par là avec les particularités de ce langage du rêve et on s'aperçoit bientôt que ce langage appartient à un système d'expression, archaïque au plus haut degré. Ainsi la négation n'est jamais particulièrement indiquée dans le langage du rêve: les contrastes se suppléent mutuellement dans le contenu du rêve et sont représentés par le même élément. Ou en d'autres termes: dans le langage du rêve les conceptions sont encore ambivalentes, et possèdent des significations contradictoires: selon les hypothèses des philologues c'est le cas également pour les plus anciennes racines

des langues historiques.¹ Un autre caractère frappant de notre langage du rêve est l'emploi remarquablement fréquent de symboles, lesquels permettent dans une certaine mesure une traduction du contenu manifeste, indépendamment des associations individuelles. La nature de ces symboles n'est pas encore assez clairement pénétrée par l'étude scientifique: ce sont des substitutions ou des comparaisons basées sur des analogies qui se présentent en partie de façon évidente; en ce qui concerne une autre partie de ces symboles, le *tertium comparationis* présumé de notre connaissance consciente s'est trouvé perdu. Il est fort probable que ce sont précisément ces symboles qui remontent aux phases les plus reculées de l'évolution linguistique et de la formation de la pensée réfléchie. Dans le rêve ce sont surtout les organes sexuels et les fonctions sexuelles qui subissent une représentation symbolique à la place d'une manifestation directe. Un philologue, Hans Sperber (Upsala), a tenté récemment de démontrer que des mots qui signifiaient à l'origine des activités sexuelles, ont gagné en vertu de ces comparaisons une extraordinaire extension de leur signification première.²

Si nous nous rappelons que les moyens de représentation du rêve sont principalement des images visuelles et non des mots, il nous semble beaucoup plus juste de comparer le rêve à un système d'écriture qu'à une langue parlée. L'interprétation d'un rêve présente en effet une complète analogie avec le déchiffrement d'une antique écriture idéographique, comme les hiéroglyphes égyptiens. Ici comme là nous trouvons des éléments qui ne sont pas destinés à être interprétés, — c'est-à-dire lus, — mais qui doivent seulement assurer, comme *determinativa*, la compréhension d'autres éléments. L'ambiguïté des différents éléments du rêve trouve sa contre-partie dans ces antiques systèmes d'écriture, tout comme l'omission de différentes relations, lesquelles, ici comme là, doivent être complétées par la connexion des idées. Si jusqu'à l'heure actuelle cette conception de la représentation du rêve n'a pu être menée plus loin, la raison fort compréhensible en est que le psychoanalyste ne possède ni les points de vue ni les connaissances à

¹ Voir ABEL, *Ueber den Gegensinn der Urworte*. Rapport du « Jahrbuch für psychoanal. u. psychopathol. Forschung », T. II, 1910.

² « Imago », *Zeitschrift für Anwendung der Psychoanalyse auf die Geisteswissenschaften*, Tome I, 1912, Vienne, H. Heller et Cie., éditeurs.

l'aide desquels un philologue pourrait approcher un sujet tel que le rêve.

Le langage du rêve est en quelque sorte comme le mode d'expression de l'activité psychique inconsciente. Mais l'inconscient ne parle pas seulement un dialecte. Parmi les conditions psychologiques modifiées qui caractérisent et distinguent les différentes formes de névroses nous trouvons aussi des modifications constantes de l'expression concernant les émotions psychiques inconscientes. Alors que le langage des gestes de l'hystérie dans son ensemble coïncide avec le langage idéographique du rêve, des visions, etc., nous trouvons comme expression de la pensée dans les névroses d'obsession et dans la paraphrénie (*dementia praecox* et *paranoia*) des formations idiomatiques particulières qui dans toute une série de cas, ont pu être élucidées et comparées l'une avec l'autre. Le sentiment que par exemple une hystérique exprime par *des vomissements*, se manifestera chez une névrosée souffrant d'obsession par de sévères mesures de précaution contre la *contagion* et provoquera chez une paraphrénique l'accusation ou du moins le soupçon qu'on est en train de *l'empoisonner*. Ce qui se manifeste ici de façon si diverse, c'est le désir de *fécondation*, refoulé dans l'inconscient, et la résistance opposée par la malade à ce désir.

b) *L'intérêt de la psycho-analyse du point de vue philosophique.*

En tant que la philosophie repose sur la psychologie, elle ne pourra se dispenser de faire entrer en ligne de compte, dans une très grande mesure, les contributions que la psycho-analyse a fournies à la psychologie; et ce nouvel enrichissement de notre savoir provoquera chez elle la même réaction qu'y ont déjà provoquée tous les progrès importants dans les différentes disciplines. L'exposé de l'activité psychique inconsciente en particulier met nécessairement la philosophie dans l'obligation de se déclarer ou pour, ou contre: et, dans l'affirmative, il lui faut modifier ses hypothèses sur le rapport entre le psychique et le physique, jusqu'à ce qu'elles se trouvent d'accord avec la nouvelle connaissance. Sans doute la philosophie s'est occupée maintes et maintes fois du problème de l'inconscient, mais à quelques rares exceptions près, ses disciples ont défendu alors l'une des deux positions suivantes: ou bien ils ont vu dans l'« incon-

scient » un élément mystique, intangible et insaisissable, dont la relation avec le psychique demeurerait obscur, ou bien ils ont identifié le psychique avec le conscient et ont tiré de cette définition la conclusion que l'inconscient n'était pas d'ordre psychique et par suite ne pouvait constituer un objet d'étude de la psychologie. Ces définitions proviennent de ce que les philosophes se sont prononcés sur l'inconscient, sans connaître les phénomènes de l'activité psychique inconsciente et par suite sans soupçonner jusqu'à quel point ceux-ci se rapprochent des phénomènes conscients, et dans quelle mesure ils s'en distinguent. Si en dépit de cette connaissance l'on s'obstine à s'en tenir à la convention qui met en parité le conscient et le psychique et par là conteste à l'inconscient tout caractère psychique, il n'y a évidemment aucune objection à élever, si ce n'est qu'une telle distinction apparaît fort peu pratique. Il est en effet facile de décrire l'inconscient et de suivre les progrès de son évolution, lorsqu'on l'examine du côté de son rapport avec le conscient, avec lequel il a tant en commun : mais s'en rapprocher du côté du processus physique semble par contre, jusqu'à présent du moins, une tâche absolument impossible. L'inconscient doit donc inéluctablement demeurer objet de la psychologie.

La philosophie peut être stimulée sous un autre rapport encore par la psycho-analyse : c'est lorsqu'elle devient elle-même objet de cette dernière. Les doctrines et les systèmes philosophiques sont l'œuvre d'un petit nombre d'hommes, possédant une personnalité individuelle éminente : le rôle que tient la personnalité du travailleur scientifique est incomparablement plus important dans la philosophie que dans toute autre science. Or c'est seulement avec l'aide de la psycho-analyse que nous pouvons établir une psychographie de la personnalité (voir ci-dessous l'intérêt sociologique). La psycho-analyse nous montre les éléments d'affectivité — les complexes dépendant des instincts — que l'on doit postuler dans chaque individu, et nous guide dans l'étude des transformations et des résultats finaux, qui découlent de ces forces motrices. Elle nous découvre les rapports qui existent entre les dispositions constitutionnelles, les destinées d'une personne et les œuvres que cette personne a pu accomplir en raison d'une aptitude particulière. Elle peut ainsi, avec une justesse plus ou moins grande, déduire de l'œuvre de l'artiste la personnalité intime qui se dissimule der-

rière cette œuvre. C'est ainsi que la psycho-analyse peut dévoiler les motifs subjectifs et individuels déterminant la formation de doctrines philosophiques, qui sont supposées être le résultat d'une logique impartiale, et exposer à la critique les points faibles du système. Quant à cette critique, elle reste en dehors du domaine de la psycho-analyse : il est évident en effet que la détermination psychologique d'une doctrine n'a aucun rapport avec le plus ou moins de justesse scientifique de cette doctrine.

c) *L'intérêt de la psycho-analyse du point de vue biologique.*

Le sort de la psycho-analyse diffère de celui des autres jeunes sciences en ce qu'elle n'a pas été accueillie par la sympathie impatiente des savants intéressés au progrès de la connaissance. Longtemps on s'est refusé à l'entendre, et lorsque enfin cette négligence absolue fut devenue impossible elle se trouva, pour des raisons purement émotives, en proie aux plus violentes attaques de la part d'adversaires qui ne s'étaient même pas donné la peine de l'étudier d'un peu près. La raison de cette animosité est la suivante : dès l'origine la psycho-analyse a dû constater que les affections nerveuses sont le symptôme de perturbations des fonctions sexuelles, et elle a été amenée par là à se consacrer à l'étude de ces fonctions, trop longtemps négligées. Or si l'on admet que le jugement scientifique ne doit être influencé par aucune considération d'affectivité, il est impossible de se refuser à reconnaître le puissant intérêt que présente la psycho-analyse pour la biologie, justement en raison de cette orientation de ses études, et les résistances qu'elle rencontre peuvent être considérées plutôt comme des preuves de ses assertions.

La psycho-analyse a rendu justice à la fonction sexuelle de l'être humain : elle a étudié dans tous les détails l'importance de cette fonction dans la vie psychique et pratique, importance qu'ont soulignée maint poète et maint philosophe, mais que la science s'est toujours refusée à reconnaître. — A cet effet il a fallu tout d'abord étendre la notion injustement restreinte de la sexualité, procédé que justifie la considération des débordements de la sexualité (des perversions) et de la conduite des enfants. Il était impossible de continuer à soutenir que l'enfance était asexuelle et subissait à l'époque de la

puberté l'irruption subite des émotions sexuelles. Une fois guéri de l'aveuglement causé par l'intérêt et le préjugé, l'examen put démontrer avec facilité que les intérêts et les manifestations sexuels existent chez l'enfant à tout âge et dès les premiers temps de sa vie. L'importance du rôle de cette sexualité infantile n'est amoindrie en rien par la difficulté que l'on éprouve à délimiter exactement les frontières la séparant de l'action asexuelle de l'enfant. Toutefois elle est différente de la sexualité dite normale de l'adulte. Elle embrasse les germes de toutes ces manifestations sexuelles que l'on opposera nettement plus tard comme perversions à la vie sexuelle normale, et qui alors doivent évidemment apparaître incompréhensibles, autant que depravées. C'est de cette sexualité infantile que se développe la sexualité normale de l'adulte en traversant une suite de processus d'évolution, de combinaisons, de scissions et de répressions, lesquels ne se produisent presque jamais avec une perfection idéale et par suite laissent souvent une prédisposition au retour de la fonction à l'état primordial dans les états maladifs.

La sexualité infantile permet de reconnaître deux autres propriétés de la plus haute importance pour la conception biologique. Elle se montre composée d'une série d'instincts partiels qui semblent rattachés à certaines régions du corps — les zones érotogènes — et dont quelques uns se présentent dès l'origine en couples opposés, comme instincts ayant à la fois un but actif et un but passif. De même que plus tard, dans les conditions du désir sexuel, ce ne sont pas seulement les organes sexuels de la personne aimée, mais son corps tout entier qui devient objet sexuel, de même dès l'origine non seulement les organes génitaux, mais aussi les différentes parties du corps sont les centres d'une excitation sexuelle, laquelle, avec une stimulation appropriée, provoque des sensations de volupté. Le second caractère distinctif de la sexualité infantile est étroitement relié au premier : nous voulons parler de son attachement originaire aux fonctions servant à la conservation de l'existence, aux fonctions de la nutrition et de la sécrétion et probablement aussi à celles de l'excitation musculaire et de l'activité des sens.

Lorsque nous étudions à l'aide de la psycho-analyse la sexualité chez l'individu adulte et que nous étudions ensuite avec les documents ainsi obtenus la vie de l'enfant, la sexualité ne nous apparaît plus comme une fonction servant exclu-

sivement à la reproduction et comparable à celles de la nutrition, de la respiration, etc.: elle nous apparaît plutôt comme quelque chose d'infiniment plus indépendant, quelque chose qui se dresse vis-à-vis de toutes les autres activités de l'individu et qui n'est intégré dans l'union de l'économie individuelle qu'à la suite d'une évolution compliquée et riche en restrictions. Le cas, fort possible théoriquement, dans lequel les intérêts de ces tendances sexuelles ne coïncideraient pas avec celles de la conservation individuelle, semble se trouver réalisé dans le groupe morbide des névroses. La dernière formule qu'a donnée la psycho-analyse quant à la nature des névroses, dit en effet que le conflit originaire duquel naissent les névroses est le conflit entre les instincts de conservation personnelle et les instincts sexuels. Les névroses correspondent à une subjugation du « moi » par la sexualité, après que l'essai tenté par l'individu, par le « moi », pour se rendre maître de la sexualité a échoué.

Au cours du travail psycho-analytique, nous avons tenu strictement à l'écart les considérations biologiques, nous abstenant même de les employer en vue de buts heuristiques, afin d'éviter toute possibilité de défaillance dans notre jugement impartial des faits psycho-analytiques. Par contre, une fois le travail psycho-analytique accompli, il convient de rechercher le rapport existant avec la biologie et nous ne pourrions qu'être satisfaits si ce rapport semble assuré sur l'un ou l'autre point essentiel. L'opposition entre l'instinct personnel et l'instinct sexuel, à laquelle nous avons dû faire remonter l'origine des névroses, se poursuit sur le terrain biologique comme opposition entre les instincts servant à la conservation de l'individu et les instincts servant à la conservation de l'espèce. Nous rencontrons dans la biologie l'idée plus vaste du plasma germinatif (Keimplasma) immortel auquel se rattachent, semblables à des organes successivement développés, les individus isolés périssables: seule cette conception nous permet de comprendre et d'apprécier le rôle que jouent les instincts sexuels dans la physiologie et la psychologie de l'individu.

Bien que nous nous soyons efforcés de restreindre autant que possible l'emploi de termes et d'idées biologiques au cours du travail psycho-analytique, il a été impossible de les éviter entièrement dans la description des phénomènes que nous venons d'étudier. Nous ne pouvons éviter de parler de « l'ins-

tinct », comprenant par là une notion limitrophe entre la conception psychologique et la conception biologique ; et nous parlons de qualités et de tendances psychiques « masculines » et « féminines », bien qu'au sens strict du mot les différences de sexe ne puissent prétendre à une caractéristique psychique particulière. Ce que nous appelons dans la vie « masculin » et « féminin » se réduit pour l'examen psychologique aux caractères d'activité ou de passivité, c'est-à-dire à des propriétés qui sont déterminées non par les instincts mêmes, mais par les buts qu'ils visent. Dans la coexistence régulière de ces instincts « actifs » et « passifs » dans la vie psychique, se reflète la bisexualité des individus, laquelle fait partie des hypothèses de la psycho-analyse.

Je m'estimerai satisfait si ces quelques remarques auront fait reconnaître quel important rôle de médiatrice la psycho-analyse remplit entre la biologie et la psychologie.

d) *L'intérêt de la psycho-analyse du point de vue de l'histoire de l'évolution.*

Toutes les analyses de phénomènes psychologiques ne sont pas des psycho-analyses. Par psycho-analyse nous n'entendons pas seulement la réduction de symptômes composés en symptômes plus simples : la psycho-analyse consiste à ramener une formation psychique à d'autres formations qui ont précédé celle-ci dans le temps et desquelles elle s'est développée. La méthode médicale psycho-analytique serait incapable d'écarter tout symptôme morbide s'il lui était impossible de rechercher et découvrir l'origine et l'évolution de ce symptôme ; la psycho-analyse a donc été de tout temps amenée à employer la recherche des processus d'évolution. Elle a découvert tout d'abord la genèse des symptômes neurotiques ; au cours de sa marche ultérieure il lui a fallu ensuite s'attaquer à d'autres formations psychiques, afin d'accomplir sur elles un travail de psychologie génétique.

La psycho-analyse a été amenée à faire dériver la vie psychique de l'adulte de celle de l'enfant, appliquant ainsi pour de bon l'adage populaire : « l'enfant est le père de l'homme ». Elle a suivi la continuité de la psyché infantile avec celle de l'adulte, mais elle a aussi noté les transformations et les métamorphoses qui s'accomplissent au cours de cette évolution.

Dans la mémoire de la plupart d'entre nous il y a pour l'époque de nos premières années une lacune dont se détachent quelques vagues bribes de souvenirs. L'on peut dire sans crainte que la psycho-analyse comble cette lacune, qu'elle a surmonté cette amnésie de l'homme concernant les années de son enfance (voir « l'intérêt pédagogique »).

L'examen approfondi de la vie psychique de l'enfant a mis à jour quelques trouvailles remarquables. Ce qui avait été souvent pressenti auparavant s'est trouvé confirmé : l'importance inouïe qu'ont pour tout le cours de la vie ultérieure de l'homme les impressions de son enfance, et en particulier celles de la première enfance. Le paradoxe auquel on s'était heurté jusque là, le fait que justement ces impressions si importantes ont disparu sans laisser de traces dans la mémoire de l'adulte, ce fait ne présente pour la psycho-analyse rien de paradoxal. Ce caractère à la fois symbolique et ineffaçable du souvenir des événements les plus reculés a pu être établi de façon particulièrement probante par la psycho-analyse, précisément en ce qui concerne l'existence sexuelle. « On revient toujours à ses premières amours » n'est que l'expression de la vérité pure et simple. Les innombrables énigmes de la vie érotique de l'adulte ne peuvent être résolues que si l'on dégage dans l'amour les facteurs infantiles. L'on doit enfin prendre en considération pour la théorie ce fait, que les premiers événements de la vie infantine n'arrivent pas comme par hasard à l'individu, mais qu'ils correspondent aux premières manifestations des prédispositions constitutionnelles qu'il apporte avec lui.

Une autre découverte, plus surprenante encore, a été faite : en dépit de l'évolution ultérieure, quelle qu'elle soit, aucune des formations psychologiques infantiles n'est détruite chez l'adulte. Tous les désirs, toutes les émotions, les impressions, les dispositions de l'enfant se retrouvent chez l'homme adulte : leur existence peut être démontrée, et dans des conditions favorables tous ces facteurs peuvent réapparaître. Ils ne sont pas détruits, mais seulement recouverts, pour employer l'expression topique dont se sert la psycho-analyse (pour rendre l'idée de l'espace). Le trait caractéristique du passé psychique est donc que, contrairement au passé historique, il n'est pas annihilé par ses successeurs : il se maintient parallèlement à ce qu'il est devenu, soit de façon purement virtuelle, soit dans

une simultanéité réelle. La preuve de cette affirmation est que le rêve de l'homme normal fait revivre chaque nuit son caractère d'enfant et ramène toute sa vie psychique à un degré infantile. Ce retour à l'infantilisme psychique (régression) est mis en évidence dans les névroses et les psychoses dont les particularités peuvent être qualifiées pour la plupart d'archaïsmes psychiques. Dans la force qu'ont conservée les restes infantiles dans la vie psychique nous distinguons la mesure de la disposition morbide, et celle-ci devient l'expression d'un obstacle à l'évolution. Ce qui reste d'infantile dans la composition psychique de l'homme, ce qui se trouve refoulé comme inutilisable, constitue alors le noyau, la substance de son « inconscient »; et dans la biographie de nos malades nous croyons discerner comment cet inconscient, tenu en échec par les forces répressives, guette l'occasion de se manifester et s'en empare aussitôt que les formations psychiques ultérieures et d'un degré plus élevé ne sont pas en état de maîtriser les difficultés de la vie réelle.

Le travail psycho-analytique s'est avisé récemment que l'axiome : « l'ontogénie est un renouvellement de la phylogénie » pouvait également être appliqué à la vie psychique,¹ et il en est résulté une nouvelle extension de l'intérêt psycho-analytique.

e) *L'intérêt de la psycho-analyse du point de vue de l'histoire de la civilisation.*

La comparaison de l'enfance de l'individu avec l'histoire des premiers âges des peuples a déjà donné dans maintes directions de féconds résultats, encore que ce travail commence à peine. La méthode psycho-analytique agit là comme un nouvel instrument d'investigation. L'application de ses hypothèses à la psychologie des peuples permet de poser de nouveaux problèmes et de contempler sous un nouveau jour les problèmes déjà étudiés en contribuant ainsi à leur solution.

Tout d'abord il semble tout à fait possible d'étendre aux produits de la fantaisie populaire,² aux mythes et légendes, la conception psycho-analytique obtenue par l'étude du rêve. Depuis longtemps déjà il est question de procéder à une interprétation de ces créations; l'on y pressent l'existence d'un

¹ Abraham, Spielrein, Jung.

² Abraham, Rank, Jung.

sens caché et l'on prévoit les modifications, les transformations sous lesquelles ce sens se dissimule. Les travaux qu'a exécutés la psycho-analyse sur les rêves et les névroses lui ont fait acquérir par là une discipline de l'esprit capable de percevoir les voies techniques de ces déformations. Elle peut aussi, dans nombre de cas, découvrir les motifs cachés qui ont déterminé ce changement du mythe, cette déviation de son sens originaire. Pour la psycho-analyse la première impulsion dans la voie de la formation du mythe ne doit pas être cherchée dans un besoin théorique d'expliquer des phénomènes naturels et de rendre compte de prescriptions du culte et d'usages devenus inintelligibles : cette impulsion réside plutôt dans les mêmes « complexus » psychiques, dans les mêmes tendances émotionnelles que la psycho-analyse a reconnus comme base des rêves et des symptômes morbides.

Par la même extension de ses points de vue, de ses hypothèses et connaissances, la psycho-analyse se trouve à même de contribuer à l'éclaircissement des origines de nos grandes institutions de la vie civilisée, la religion, la moralité, le droit, la philosophie.¹ En suivant les traces des situations psychologiques primitives dont auraient pu surgir les mobiles de ces créations, elle arrive à pouvoir repousser mainte tentative d'explication qui ne reposait que sur des vues psychologiques superficielles qu'elle remplace par des considérations plus approfondies.

La psycho-analyse établit un rapport étroit entre toutes ces actions psychiques des individus et des communautés, en postulant pour les deux la même source dynamique. L'idée fondamentale dont elle part est que la principale fonction du mécanisme psychique consiste à délivrer la créature des tensions engendrées en elle par les besoins. Une partie de cette tâche peut être accomplie par la satisfaction de ces besoins, satisfaction arrachée au monde extérieur : pour cela la domination du monde extérieur est une condition indispensable. En ce qui concerne l'autre partie de ces besoins, comprenant surtout certaines tendances et impulsions émotionnelles, la réalité est régulièrement incapable d'en procurer les moyens de satisfaction. Une deuxième partie de la tâche consiste donc à

¹ En particulier JUNG, *Wandlungen und Symbole der Libido*, 1912, et FREUD, *Uebereinstimmungen im Seelenleben der Wilden und der Neurotiker*, "Imago", I et II.

procurer à ces tendances non-satisfaites un soulagement d'une autre espèce. Or toute l'histoire de la civilisation nous montre la voie dans laquelle se sont engagés les hommes, afin d'arriver à apaiser ces désirs non-satisfaites: cette voie a été déterminée par des conditions variables, modifiées par le progrès technique assurant ou rendant impossible la satisfaction réelle et tangible.

L'étude des peuples primitifs montre tout d'abord les hommes livrés à une enfantine croyance en leur Toute-Puissance,¹ et nous fait voir dans nombre de formations psychiques un effort de nier les perturbations de cette Toute-Puissance et d'écarter ainsi l'influence de la réalité sur la vie émotionnelle, tant que l'on est incapable de la mieux maîtriser et de l'employer de façon satisfaisante. Le principe ordonnant d'éviter le déplaisir domine les actions humaines jusqu'à ce qu'il soit remplacé par le principe plus élevé de l'adaptation au monde extérieur. Simultanément avec la domination progressive du monde par l'homme il se produit une évolution de sa conception du monde, laquelle s'écarte de plus en plus de la croyance primitive en sa Toute-Puissance et s'élève de la phase animistique en passant par la religion à la phase scientifique. C'est dans ce cadre que rentrent les mythes, la religion, la moralité, etc., toutes tentatives de créer des compensations à la satisfaction insuffisante des besoins.

La connaissance des affections neurotiques des individus a été d'un grand service pour la conception des grandes institutions sociales, car les névroses mêmes se sont révélées comme autant de tentatives de résoudre individuellement les problèmes de la compensation du désir qui doivent être résolus par les institutions sociales. Le recul du facteur social et la domination du facteur sexuel transforment ces solutions neurotiques de la tâche psychologique en caricatures utilisables seulement pour notre explication de ces problèmes importants.

f) *L'intérêt de la psycho-analyse du point de vue des beaux-arts.*

En ce qui concerne quelques-uns des problèmes se rattachant à l'art et aux artistes, l'examen psycho-analytique donne des éclaircissements satisfaisants; d'autres par contre lui échappent.

¹ FERENCZI, *Entwicklungsstufen des Wirklichkeitssinnes*, « Intern. Zeitschr. f. ärztl. Psychoanalyse », I, 2, 1913. -- FREUD, *Animismus, Magie und Allmacht der Gedanken*, " Imago ", II, I, 1913.

pent entièrement. Elle reconnaît également dans le culte de l'art une activité exercée dans le but d'apaiser des besoins non-assouvis, tout d'abord chez l'artiste-créateur lui-même et ensuite chez l'auditeur ou le spectateur. Les forces motrices de l'art sont ces mêmes conflits qui précipitent d'autres individus dans la névrose et qui ont poussé la société à fonder ses institutions. Quant à dire d'où provient le pouvoir créateur de l'artiste, c'est là une question qui ne rentre pas dans le ressort de la psychologie. L'artiste recherche en première ligne sa libération, sa satisfaction personnelle qu'il communique ensuite par l'entremise de son œuvre à ceux qui souffrent du même désir réprimé.¹ Sans doute les désirs représentés par l'artiste comme accomplis sont d'abord ceux de sa propre personne, mais ils ne deviennent œuvre d'art qu'au moyen d'une transformation qui en atténue le choquant, qui dissimule leur origine personnelle et offre aux autres hommes, grâce à l'observation de règles esthétiques, la jouissance de sensations agréables. La psycho-analyse peut sans difficulté montrer à côté de la participation manifeste à la jouissance artistique une participation latente, bien qu'infiniment plus active, provenant des sources cachées de la libération des instincts. La relation qui existe entre les impressions d'enfance de l'artiste et le cours de son existence et ses œuvres en tant que réaction sur ces excitations, est un des objets les plus attrayants de l'examen psycho-analytique.²

La plupart des problèmes de la création comme de la jouissance artistique ont du reste encore besoin d'être étudiés et surtout d'être étudiés du point de vue analytique avant que l'on puisse les distinguer clairement et leur assigner la place qui leur convient dans la structure compliquée de la compensation du désir humain. En tant que réalité acceptée et réalité dans laquelle, grâce à l'illusion artistique, les symboles et les formations substituées peuvent provoquer des émotions véritables, l'art constitue un royaume intermédiaire entre la réalité incapable de réaliser les désirs et le monde de la fantaisie qui les réalise, un royaume dans lequel les tendances de Toute-Puissance de l'humanité primitive sont restées pour ainsi dire en vigueur.

¹ Comparer O. RANK, *Der Künstler*, Vienne, 1907.

² Voir du même, *Das Inzestmotiv in Dichtung und Sage*, Vienne, 1912. Et aussi pour l'application aux problèmes esthétiques, FREUD, *Der Witz und seine Beziehung zum Unbewussten*, 1905.

g) L'intérêt de la psycho-analyse du point de vue sociologique.

La psycho-analyse a élu comme objet la psyché individuelle, mais néanmoins au cours de ses investigations sur cette dernière les bases émotionnelles du rapport entre l'individu et la société ne pouvaient lui échapper. Elle a trouvé que les sentiments sociaux contiennent normalement une part d'érotique dont la prépondérance et la répression ultérieure constituent le caractère distinctif d'un groupe déterminé de perturbations psychiques. C'est elle qui a découvert le caractère asocial des névroses, lesquelles tendent en général à refouler l'individu hors de la société, en substituant à l'asile monastique des époques passées l'isolement de la maladie. Dans le sentiment aigu de culpabilité, qui est la dominante de tant de névroses, la psycho-analyse a reconnu une modification sociale de l'angoisse neurotique.

D'autre part la psycho-analyse expose clairement aux regards le rôle que jouent les relations et les revendications sociales comme causes de la névrose. Les forces qui provoquent chez l'individu la répression et la suppression des instincts du côté du moi sont engendrées principalement par la docilité envers les exigences sociales de la civilisation. La même constitution et les mêmes impressions d'enfance qui devraient normalement aboutir à la névrose ne provoqueront pas ce résultat, si cette docilité n'existe pas ou si ces exigences ne sont pas posées par le cercle social pour lequel existe l'individu. La vieille assertion que la nervosité croissante est un produit de la civilisation exprime au moins la moitié du véritable état de choses. L'éducation et l'exemple apportent à l'individu juvénile les exigences de la civilisation : là où la répression de l'instinct se présente indépendamment des deux facteurs de l'éducation et de l'exemple, il est facile d'expliquer le fait : les exigences primordiales sont enfin devenues partie de l'avoir héréditaire organisé de l'être humain. L'enfant qui produit spontanément des répressions de l'instinct ne fait que reproduire un fragment de l'histoire de la civilisation. Ce qui est aujourd'hui entrave intérieure a été jadis entrave purement extérieure, imposée peut-être par la nécessité des temps : et ainsi ce qui aujourd'hui encore est une exigence extérieure de la civilisation imposée à tout jeune individu pourra un jour devenir simple disposition répressive intérieure.

h) *L'intérêt de la psycho-analyse du point de vue pédagogique.*

Le vif intérêt que présente la psycho-analyse pour la science de l'éducation est fondé sur un théorème devenu axiomatique. On ne peut être pédagogue que si l'on est capable de participer à la vie psychique de l'enfance [« einfühlen »] et si nous ne comprenons pas les enfants, nous autres adultes, c'est que nous ne comprenons plus notre propre enfance. Notre amnésie en ce qui touche à notre première enfance démontre à quel point nous nous en sommes éloignés. La psycho-analyse a mis à jour les désirs, les formations de la pensée, les processus d'évolution de l'enfance: si toutes les tentatives antérieures ont été au plus haut degré incomplètes et trompeuses c'est qu'elles ont négligé entièrement le facteur inappréciable de la sexualité dans ses manifestations physiques et psychiques. La stupéfaction inouïe avec laquelle sont accueillies les enquêtes les plus certaines de la psycho-analyse sur l'enfance, — sur le complexe d'Oedipe, l'amour de soi-même (narcissisme), les dispositions perverses, l'analérotique, la curiosité sexuelle, — cette stupéfaction montre la distance qui sépare notre vie psychique, nos appréciations et notre pensée même de celles de l'enfance normale.

Lorsque les pédagogues se seront familiarisés avec les résultats de la psycho-analyse, il leur sera plus facile de se réconcilier avec certaines phases de l'évolution infantine et ils ne risqueront plus entr'autres d'exagérer l'importance des impulsions perverses ou socialement inutiles qui se font jour chez l'enfant. Ils se garderont plutôt de toute tentative de répression violente de ces instincts, lorsqu'ils auront appris qu'une telle influence peut avoir des résultats tout aussi peu désirables que la tolérance à l'égard de la méchanceté infantine que redoute l'éducation. La violente répression extérieure d'instincts prononcés n'a jamais pour résultat l'extinction ou la domination de ces instincts; tout ce qu'elle occasionne est un refoulement qui dépose les germes d'affections neurotiques dans l'avenir. La psycho-analyse a eu souvent l'occasion d'observer à quel point la sévérité inutile ou bornée de l'éducation contribue à la formation des maladies nerveuses et aussi au prix de quelles pertes d'activité, de la capacité d'agir et de jouir est acquise la normalité désirée. Elle peut enseigner aussi

quelles précieuses contributions à la formation du caractère fournissent ces instincts asociaux et pervers de l'enfant lorsqu'au lieu d'être reprimés brutalement ils sont écartés par le processus dit de la *sublimification* de leurs buts originaires et dirigés vers d'autres plus élevés. Nos plus hautes vertus ont surgi comme formations réactives et sublimifications du terrain des prédispositions les plus mauvaises. L'éducation devrait se garder soigneusement de combler ces sources fécondes et se contenter d'encourager les processus au moyen desquels ces énergies peuvent être guidées vers le bon chemin. Tout ce que nous sommes en droit d'attendre d'une prophylaxie individuelle des névroses dépend absolument de l'éducation basée sur les principes psycho-analytiques.¹

Il est évidemment impossible d'exposer dans cet article à un public s'intéressant aux choses scientifiques l'étendue et le fonds de la psycho-analyse, ses hypothèses, ses problèmes et ses résultats. Le but que je me suis posé aura été atteint si je suis parvenu à montrer clairement l'intérêt qu'elle présente pour nombre de sciences et les associations fécondes qu'elle commence à constituer entre toutes.

Wien, Universität.

SIGM. FREUD

¹ Voir aussi les travaux du pasteur Dr. Oscar Pfister, Zürich.

(Traduit par M. W. Horn. - Niffenheim-Grossharthau).

ASPERGES FILIPPO - *responsabile*.

MILANO — TIPO-LIT. REBESCHINI DI TURATI E C.

ATTUALITÀ SCIENTIFICHE

1. **Augusto Righi** — *Il moto dei ioni nelle scariche elettriche* — Seconda edizione con aggiunte - Un volume con 3 tavole e 11 figure intercalate nel testo L. 3 —
2. **Giacomo Ciamician** — *I problemi chimici del nuovo secolo* — Seconda edizione - Un volume L. 2 —
3. **Augusto Righi** — *La moderna teoria dei Fenomeni Fisici (radioattività ioni, elettroni)* — Terza edizione interamente rifatta - Un volume con figure L. 5 —
4. **Virgilio Ducceschi** — *Evoluzione morfologica ed evoluzione chimica* - Un volume L. 2 —
5. **Carlo Emery** — *La determinazione del sesso dal punto di vista biologico* - Un volume con una tavola e figure L. 2 —
6. **Augusto Righi** — *Il Radio* - Un volume con 13 incisioni e 3 tavole fotozincografiche L. 3 —
7. **Lavoro Amaduzzi** — *Il Selenio* - Un volume con figure. . L. 3 —
8. **Ing. Giovanni Giorgi** — *Le ferrovie a trazione elettrica* - Un volume con 13 figure nel testo L. 3 —
9. **Lavoro Amaduzzi** — *La ionizzazione e la convezione elettrica nei gas* - Un volume con moltissime figure L. 5 —
10. **Augusto Righi** — *Le nuove vedute sull'intima struttura della materia* - Un volume L. 2 50
11. **Giacomo Ciamician** — *La chimica organica negli organismi* - Un volume L. 2 50
12. **Augusto Righi** — *La materia radiante e i raggi magnetici* — Seconda edizione - Un volume con 57 figure intercalate e 20 tavole fuori testo L. 8 —
13. **Augusto Righi** — *Comete ed elettroni* - Un volume L. 2 50
14. **Augusto Murri** — *Sulla organoterapia* - Un volume L. 2 —
15. **Giacomo Ciamician** — *La cooperazione delle scienze* - Un vol. L. 1 50
16. **Augusto Righi** — *La nuova fisica* - Un volume L. 1 50
17. **Lavoro Amaduzzi** — *Gli elettroni nei metalli* - Un volume L. 3 —
18. **Ernesto Cavazza** — *L'endoscopia del sistema digerente* - Un volume con 35 figure L. 3 —
19. **Giacomo Ciamician** — *La fotochimica dell'avvenire* - Un vol. L. 1 50

NICOLA ZANICHELLI, EDITORE - BOLOGNA

Novità

FEDERIGO ENRIQUES

Scienza e Razionalismo

Un volume in-16 — Lire CINQUE

GIACOMO CIAMICIAN

La fotochimica dell'avvenire

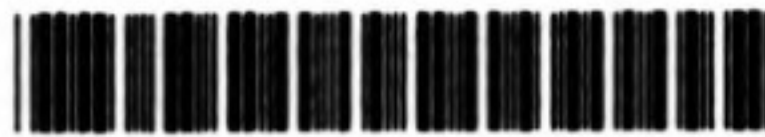
Un volume in-8 delle « Attualità Scientifiche »

LIRE 1.50

AVVERTENZA

Gli abbonati a SCIENTIA (Rivista di Scienza) godranno sulle opere delle collezioni « Attualità Scientifiche » e « Biblioteca di Opere Scientifiche » lo sconto del 15 % e porto franco per l'Italia e il 10 % e porto franco per l'estero, purchè facciano invio anticipato dell'importo all'editore in Bologna.

U.C. BERKELEY LIBRARIES



C006906199

